

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТАКАН»

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 532

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
«___» _____ 2018г.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«СТАКАН РЕДУКТОРА»**

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 532

Исполнитель
студент гр. ЗТО-405С

Р. В. Охоткин

Руководитель
доцент, к.п.н.

Н. В. Бородина

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 99 листов печатного текста, 20 иллюстраций, 18 слайдов, 34 таблицы, 30 использованных источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТОКАРНЫЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА СТАНКЕ С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

Проектирование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного токарного центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использования токарного центра с ЧПУ.

В методической части проведена корректировка программы подготовки операторов станков с ПУ с учётом стартовой подготовки токаря 4 разряда. Разработана методика проведения занятия в рамках этой программы.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ			
ИЗ	Лист	№	Подп.	Дата				
Разраб.	Охоткин				Разработка технологического процесса механической обработки детали «Стакан»	Лит.	Лист	Листо
Пров.	Бородина						2	
Н.контр.	Суриков					ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-405с		
Зав. каф.	Бородина							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали	9
2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЁ ИЗГОТОВЛЕНИЯ	13
2.1. Определение типа производства	13
2.2. Выбор заготовки и методов её получения	15
2.3. Расчет припусков.....	19
3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТАКАН» НА ТОКАРНОМ ЦЕНТРЕ С ЧПУ СТХ ВЕТА 800	28
3.1. Выбор технологических баз.....	28
3.2. Выбор методов обработки поверхностей.....	29
3.3. Разработка технологического маршрута обработки детали	30
3.4. Выбор средств технологического оснащения.....	31
3.5. Выбор режущего инструмента и режимов резания.....	34
3.6. Расчет технических норм времен	41
3.7. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Стакан»	46
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	54
4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия	54
4.2. Расчёт капитальных затрат	54
4.3. Расчет технологической себестоимости детали	57
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	95
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	96
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию	98

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов	9
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации	100

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вектор развития мировой экономики направлен в сторону формирования «шестого технологического уклада», который основывается на био- и нанотехнологиях, мехатронике и робототехнике, технологиях виртуальной реальности, плазмонике и нанофотонике, 3D-принтерных технологиях и технологиях геномной инженерии. Академик РАН Е. Н. Каблов еще в 2010 г. отмечал, что шестой технологический уклад будет оформляться в течение 2010 - 2020 годов, а в фазу зрелости вступит в 2040-е годы, причем в 2020 - 2025 годах произойдет новая технологическая революция, основой которой станут разработки, синтезирующие достижения указанных базовых направлений [5].

В настоящее время в России господствуют пятый и четвертый и третий технологический уклады, причем технологии пятого уклада, основанного на достижениях атомной энергетики, составляют всего 10 %, более 50 % технологий относится к технологиям четвертого уклада, базирующегося на углеводородной и отчасти ядерной энергетике, и почти треть – к технологиям третьего уклада, в основе которого лежат технологии преобразования электрической энергии [10].

Экономике России жизненно необходимо сделать качественный скачок в направлении шестого технологического уклада, фактически, перескочить через пятый технологический уклад, в ином случае Россия может потерять свою независимость. Указанные условия и определяют направления современной индустриализации в России.

Использование станков с ПУ дает возможность улучшить точность механической обработки, повысить производительность труда на каждом виде деятельности, минимизировать издержки по производству продукции, создать безопасные условия труда, организовать систему многостаночного обслуживания, использовать обоснованные с точки зрения технологий нормы

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

времени и снизить участие человека в процессе работы.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан» с использованием современного режущего инструмента и оборудования с ЧПУ (обрабатывающий центр).

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- анализ исходных данных;
- разработка технологического процесса обработки детали «Стакан» с использованием возможностей ОЦ с ЧПУ DMG MORI BETA 800;
- разработка управляющей программы для выполнения механообработки на ОЦ с ЧПУ DMG MORI BETA 800;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка вопроса переподготовки персонала для работы на ОЦ с ЧПУ DMG MORI BETA 800.

В разработанном технологическом процессе предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный высокопроизводительный инструмент, что обеспечит высокое качество обработки изготавливаемой детали.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

В детали «Стакан» со всеми техническими требованиями, годовая программа выпуска деталей, рабочий чертёж заготовки. Тип производства – среднесерийный.

Для разработки технологического процесса необходимы данные имеющиеся в справочниках и нормативах машиностроения.

1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Стакан» – относится к телам вращения типа втулка.

Деталь «Стакан» предназначена для обеспечения соосности двух валов в редуктор привода подъёмной лебедки.

В отверстия $\varnothing 50JS7$ и $\varnothing 68JS7$ устанавливаются подшипники качения. Поверхностью $\varnothing 112h7$ деталь устанавливается в корпус редуктора и крепится фланцем $\varnothing 152$ через 6 отверстий $\varnothing 11$. Отверстия М8-7Н предназначены для крепления к фланцу детали защитной крышки подшипника. Заходные фаски по наружным и внутренним поверхностям упрощают сборочный процесс деталей в единый узел.

Деталь «Стакан» изготавливается из конструкционной, легированной стали марки 40Х ГОСТ 4543-71.

Сталь 40Х широко распространена в машиностроении из неё изготавливают оси, валы, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, кулачки, зубчатые венцы, болты, полуоси, пиноли и другие детали повышенной прочности.

В таблицах 1 и 2 приведен химический состав и механические свойства стали 40Х.

На рисунке 1 представлена 3D модель детали «Стакан».

						Арк.
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

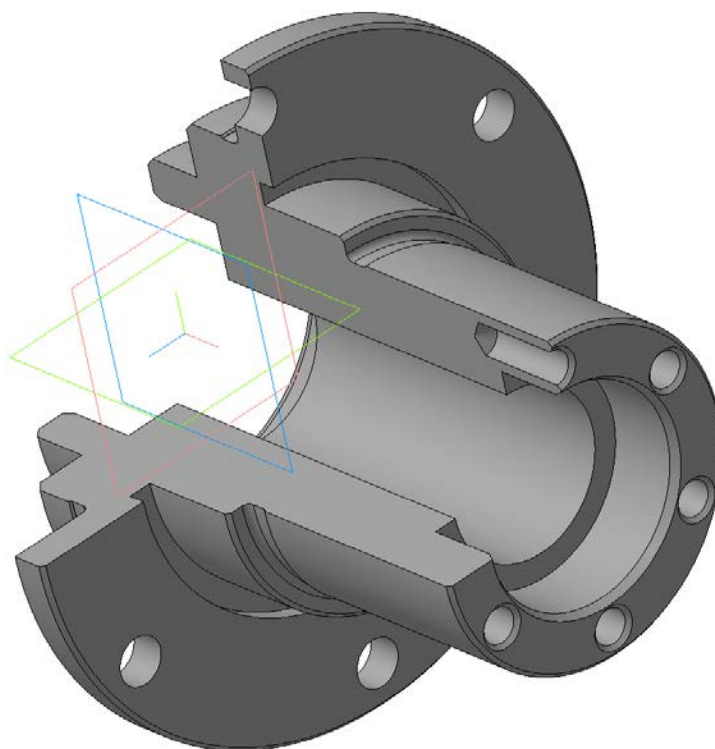


Рисунок 1 – 3D модель детали «Стакан»

Таблица 1 - Химический состав стали 40Х (ГОСТ 4543 – 71)

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu
			не более	не более			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,035	0,035	до 0,3	0,8-1,1	до 0,30

Таблица 2 - Механические свойства стали 40Х (ГОСТ 4543 – 71)

σ_T МПа	σ_B МПа	δ_5 , %	Ψ , %	α Дж/см ²
785	980	10	45	36

Технологические свойства стали 40Х:

- температураковки C° начала 1250, конца 800, сечения до 400мм охлаждаются на воздухе.
- свариваемость – трудносвариваемая
- флокеночувствительность - чувствительна
- склонность к отпускной хрупкости – склонна.

Применяемый материал для изготовления детали «Стакан» конструкционная, легированная сталь 40Х, хорошо обрабатывается резанием и обработкой давлением, соответствует назначению детали, так как данная сталь имеет повышенную прочность

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный [6].

Качественная оценка технологичности детали.

Конфигурация детали и материал, из которого она изготовлена, позволяет применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки.

При конструировании детали использовались простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки. Предусмотрены удобные и надежные технологические базы.

Обеспечена достаточная жесткость детали.

Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки. Конструкция детали позволяет выполнять обработку на многошпиндельных станках. Не технологичным является наличие большого перепада между размерами $\varnothing 152$ и $\varnothing 75$, превышающим 15% и наличие 6-ти глухих резьбовых отверстий, что потребует применения специальной оснастки.

При качественной оценке положительных характеристик больше чем отрицательных, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Количественная оценка технологичности детали.

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4, в которых T_i – квалитеты, $Ш_i$ – значение параметра шероховатости, n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
7	9	63	14	19	266
$\Sigma n_i = 28; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 329$					

$$T_{CP} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{329}{28} = 11,75$$

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{CP}} = 1 - \frac{1}{11,75} = 0,915$$

Чем выше показатель $K_{Tч}$, тем более технологична деталь. Т. к. $K_{Tч} = 0,915 > K_{Tч}^{норм} = 0,85$, как видно из расчетов коэффициента точности больше 0,85, следовательно данная деталь технологична и обеспечение точности обрабатываемых поверхностей не представляет сложностей.

Определение коэффициента шероховатости по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$	$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
1,6	3	4,8	6,3	2	12,6
3,2	9	28,8	12,5	12	150
$\Sigma n_i = 26;$					

$$\Sigma Ш_i \cdot n_i = 196,2$$

$$Ш_{CP} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{196,2}{26} = 7,546$$

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср}} = \frac{1}{7,546} = 0,133$$

Чем больше $K_{ш}$, тем сложнее изготовление детали, т. к. $K_{ш}=0,133<0,32$, то по деталь по данному показателю технологична. Обеспечение шероховатости поверхностей не представляет трудности.

Коэффициент использования материала [6, с. 29]:

$$K_M = \frac{m_{ДЕТ}}{m_{ЗАГ}} = \frac{4,42}{18,41} = 0,24$$

Следовательно по коэффициенту точности $K_{тч}=0,915$, коэффициенту шероховатости $K_{ш}=0,133$, деталь является технологичной.

Низкий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки (прокат) не оптимален, его следует заменить на другой вид заготовки соответствующий серийному производству, например - штамповка.

Исходя из служебного назначения, анализа рабочего чертежа можно сформулировать основные технологические задачи детали «Стакан».

Обеспечить качество:

- поверхности $\varnothing 112h7$ и отверстий $\varnothing 50JS7$ и $\varnothing 68JS7$ по $Ra1,6\text{мкм}$; 6-ти отверстий М8-7Н, правых и левых торцев по $Ra3,2\text{мкм}$; правого торца и поверхности $\varnothing 75$ по $Ra6,3\text{мкм}$; остальные поверхности по $Ra12,5\text{мкм}$.

Обеспечить точность размеров:

- поверхностей $\varnothing 112$ и отверстий $\varnothing 50$ и $\varnothing 68$ по 7-му качеству, 6-ти отверстий М8 по качеству 7Н, остальные поверхности и размеры по 14-му качеству.

- Обеспечить допуск радиального биения поверхности $\varnothing 112h7$ относительно общей оси (база А) в пределах $0,03\text{мм}$.

- Обеспечить допуск перпендикулярности внутренних правого и левого торцев относительно общей оси (база А) в пределах $0,05\text{мм}$.

- Обеспечить допуск перпендикулярности левого торца относительно общей оси (база А) в пределах $0,03\text{мм}$.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- Обеспечить допуск радиального биения поверхности Ø85 относительно общей оси (база А) в пределах 0,1мм.
- Обеспечить позиционный допуск отверстий М8-7Н в пределах 0,2мм на диаметр относительно общей оси (база А).
- Обеспечить позиционный допуск 6-ти отверстий Ø11 в пределах 0,3мм на диаметр относительно общей оси (база А).
- Обеспечить маркировку и клеймение на бирке в соответствии с п.5 ТТ чертежа.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЁ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Технологический процесс изготовления детали должен соответствовать типу производства и его организационно-техническим характеристикам, которые были определены выше.

Общие правила разработки технологических процессов определены ГОСТ 14.301-83. В соответствии с указанным стандартом технологические процессы подразделяются на три вида: единичный, типовой и групповой.

2.1. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций (K_{30}) [6, с. 33]:

Тип производства K_{30}

Массовое.....1

Серийное:

крупносерийное.....св. 1 до 10

среднесерийное.....св. 10 до 20

мелкосерийное.....св. 20 до 40

Единичное..... св. 40

Таблица 8 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000-100 000	100000
2,5-5,0	<10	10- 500	500- 35000	35 000- 75 000	75000
5,0-10	<10	10- 300	300- 25000	25 000- 50 000	50000
>10	<10	10- 200	200- 10000	10000- 25000	25000

При массе детали $m_{\text{дет}}=4,42$ кг и годовой программе выпуска $N=1750$ шт., примем тип производства - среднесерийное.

Определим тип производства по коэффициенту закрепления операций $K_{з.о.}$.

Коэффициентом закрепления операций $K_{з.о.}$ определяемого по формуле [6, с. 33]:

$$K_{з.о.} = \sum O / \sum P, \quad (1)$$

Где $\sum O$ - суммарное число операций, закреплённых за каждым рабочим местом;

$\sum P$ – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Годовая программа выпуска $N=1750$ шт.

Располагая данными о штучном времени, определим количество станков по [6, с. 33]:

$$m_p = N \cdot T_{шт} / (60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}), \quad (2)$$

где $F_d=3946$ ч. – годовой фонд времени при 2-х сменной работе оборудования;

$\eta_{з.н.} = 0,85$ – нормативный коэффициент загрузки.

Установим число рабочих мест P округляя в большую сторону m_p .

Определим фактический коэффициент загрузки $\eta_{з.ф.}$ по [6, с. 33]:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P \quad (3)$$

Количество операций по формуле [6, с. 33]:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.} \quad (4)$$

Рассчитаем $K_{з.о.}$ для разрабатываемого варианта тех. процесса по (2), (3):

$$m_p = 1750 \cdot 44,15 / (60 \cdot 3946 \cdot 0,85) = 0,38; \text{приму } P=1;$$

$$\eta_{з.ф.} = 0,38 / 1 = 0,38; O = 0,75 / 0,38 = 1,97, \text{примем } O=2.$$

Тогда по (1):

$$K_{з.о.} = 2 / 1 = 2, \text{ что соответствует крупносерийному типу производств.}$$

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. В зависимости от объема выпуска

изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются. Оборудование располагается по ходу технологического процесса. В серийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и инструмента специализированный.

Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

Количество деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (5)$$

где а – периодичность поступления заготовок, а=3 дня [6, с. 33].

Тогда по (5):

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{1750 \cdot 3}{254} = 20 \text{ шт.}$$

2.2. Выбор заготовки и методов её получения

Исходные данные:

- масса детали 4,42 кг;
- габариты детали: $\varnothing 152 \times 118$ мм;
- материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71 ($\sigma_B = 980$ МПа);
- годовое число деталей 1750 шт.

Для изготовления деталей машиностроительные предприятия используют различные виды проката черных и цветных металлов, стальные слитки, чугун, алюминий, порошковые металлургические материалы и пр. При избранном конструктором материале детали возможны различные пути превращения полуфабриката в готовую деталь. Чем короче будет путь такого превращения, тем более экономичным оказывается технологический процесс изготовления детали. Поэтому при разработке технологического процесса, прежде всего, необходимо оценить возможность изготовления детали непосредственно из полуфабриката.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Учитывая заданный материал – сталь 40Х, требуемой точностью изготовления заготовки - для данной детали «Стакан» мы выбираем способ получения заготовки – штамповка на горизонтально - ковочной машине.

С целью повышения точности размеров и улучшению качества поверхностей применяют полугорячую штамповку, при которой ограничено окалинообразование. Стойкость пуансонов на ГKM 8-10 тысяч штук.

При годовой программе выпуска $N=1750$ деталей потребуется один комплекта пуансонов. Данный способ получения заготовок соответствует серийному типу производства, дает высокую производительность труда, отвечает нормам безопасности.

Для определения массы детали её необходимо разбить на элементарные фигуры, пренебрегая фасками и канавкой. Упрощённый вид детали представлен на рисунке 2. В рассматриваемой детали элементарными фигурами будут цилиндры I-X. Разделение детали на выбранные элементы представлены на рисунке 3.

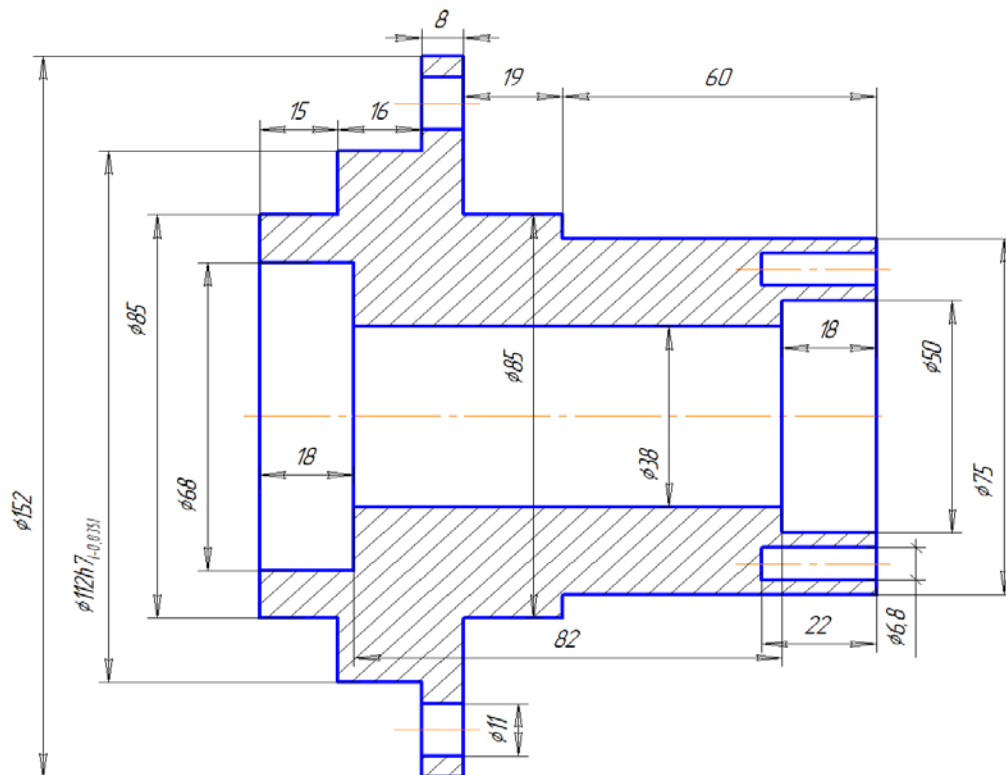


Рисунок 2 - Упрощённый вид детали

Объём детали определяем по формуле:

$$V = V_I + V_{II} + V_{III} + V_{IV} + V_V - V_{VI} - V_{VII} - V_{VIII} - 6V_{IX} - 6V_X \quad (6)$$

Объёмы элементарных фигур будут иметь следующие значения:

$$V_I = \pi \cdot \left(\frac{85}{2}\right)^2 \cdot 15 = 85074,4 \text{ мм}^3,$$

$$V_{II} = \pi \cdot \left(\frac{112}{2}\right)^2 \cdot 16 = 157552,6 \text{ мм}^3,$$

$$V_{III} = \pi \cdot \left(\frac{152}{2}\right)^2 \cdot 8 = 145093,1 \text{ мм}^3,$$

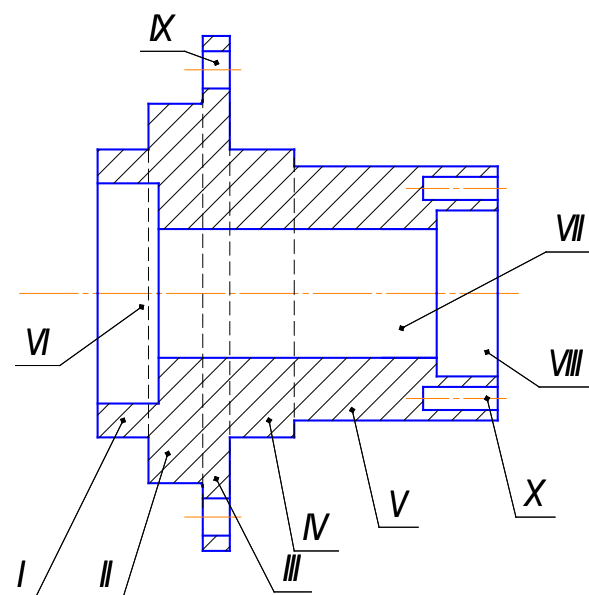


Рисунок 3 - Иллюстрация определения объёма

$$V_{IV} = \pi \cdot \left(\frac{85}{2}\right)^2 \cdot 19 = 107760,9 \text{ мм}^3,$$

$$V_V = \pi \cdot \left(\frac{75}{2}\right)^2 \cdot 60 = 264937,5 \text{ мм}^3,$$

$$V_{VI} = \pi \cdot \left(\frac{68}{2}\right)^2 \cdot 18 = 59699,3 \text{ мм}^3,$$

$$V_{VII} = \pi \cdot \left(\frac{38}{2}\right)^2 \cdot 82 = 92950,3 \text{ мм}^3,$$

$$V_{VIII} = \pi \cdot \left(\frac{50}{2}\right)^2 \cdot 18 = 33926,1 \text{ мм}^3,$$

$$V_{IX} = \pi \cdot \left(\frac{11}{2}\right)^2 \cdot 8 = 759,9 \text{ мм}^3,$$

$$V_X = \pi \cdot \left(\frac{6,8}{2}\right)^2 \cdot 22 = 737,5 \text{ мм}^3$$

Окончательный параметр V по (6) будет иметь следующее значение:

$$V = 85074,4 + 157552,6 + 145093,1 + 107760,9 + 264937,5 - 59699,3 - 92950,3 - 33926,1 - 6 \cdot 759,9 - 6 \cdot 737,5 = 564858,3 \text{ мм}^3$$

Масса детали определяется по формуле:

$$m = V \cdot \rho \quad (7)$$

где $\rho_{40X} = 0,00781 \text{ г/мм}^3$.

Тогда:

$$m = 564858,3 \cdot 0,00782 = 4417,2 \text{ г или } 4,42 \text{ кг.}$$

Расчётная масса поковки определяется по формуле:

$$M_{\text{п.р.}} = m \cdot K_p, \quad (8)$$

где $M_{\text{п.р.}}$ - расчётная масса поковки, кг;

m - масса детали, кг;

K_p - расчётный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с [6].

По характеристикам детали наша деталь относится к деталям удлиненной формы с прямой осью, K_p для таких деталей соответствует 1,3-1,6. берём среднее значение 1,33.

Тогда масса поковки будет иметь следующее значение по (8):

$$M_{\text{п.р.}} = 4,42 \cdot 1,33 = 5,89 \text{ кг}$$

Класс точности поковки устанавливается в зависимости от технологического процесса производства заготовки и оборудования для её изготовления, а так же исходя из предъявляемых требований к точности размеров поковки согласно [6].

Для принятого метода штамповки можно принять класс точности равный Т4.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

При назначении группы стали определяющим является среднее массовое содержание углерода и легирующих элементов. В соответствии с [6] можно принять для рассматриваемой стали группу М2. Степень сложности вычисляют путём вычисления отношения массы (объёма) G_{II} поковки к массе (объёму) G_{ϕ} геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. При определении размеров описывающей поковку геометрической фигуры допускается исходить из увеличения 1,05 раза габаритных линейных размеров детали, определяющих положение её обработанных поверхностей.

В нашем случае поковку описывает фигура в виде цилиндра. Его диаметральный размер $D_{\phi} = 152 \cdot 1,05 = 159,6$ мм, а линейный размер $L_{\phi} = 118 \cdot 1,05 = 123,9$ мм. Тогда объём цилиндра определяется как $V_{\phi} = \pi \cdot \left(\frac{159,6}{2}\right)^2 \cdot 123,9 = 2477460,5 \text{ мм}^3$, а его масса $m_{\phi} = 2477460,5 \cdot 7,82 \cdot 10^{-6} = 19,4$ кг

Соотношение массы поковки и массы описывающей фигуры будет иметь следующее значение:

$$\frac{G_{II}}{G_{\phi}} = \frac{6,45}{19,4} = 0,33$$

В соответствии с полученным параметром по [6, с. 54-56] можно принять степень сложности поковки С2.

Исходный индекс по известным группе стали, степени сложности и классу точности поковки определяется [6, с. 54-56] и равен 14.

2.3. Расчет припусков

По определённом ранее исходному индексу и шероховатости поверхностей детали определяются припуски на поверхности исходной заготовки (рис. 4). Результаты выбора оформляются в виде таблицы 5.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Таблица 5 - Определение основных припусков на заготовку

№ пов-ти	Толщина, мм	Диаметр, высота, мм	Шер-ть Ra,мкм	Припуск на сторону Z, мм
1	118	-	12,5	2,2
15			6,3	2,7
1	-	18	6,3	1,8
5			3,2	1,8
1	-	15	12,5	1,5
3			12,5	1,5
1	-	37	12,5	1,5
7			3,2	1,8
9	-	79	12,5	2,0
15			6,3	2,5
13	-	18	12,5	1,5
15			6,3	1,8
2-2	-	38	12,5	1,5
6-6	-	68	1,6	1,9
4-4	-	50	1,6	1,7
10-10	-	75	6,3	2,5
12-12	-	85	12,5	1,7
14-14	-	85	12,5	1,7
18-18	-	112	1,6	2,3
20-20	-	152	12,5	1,9

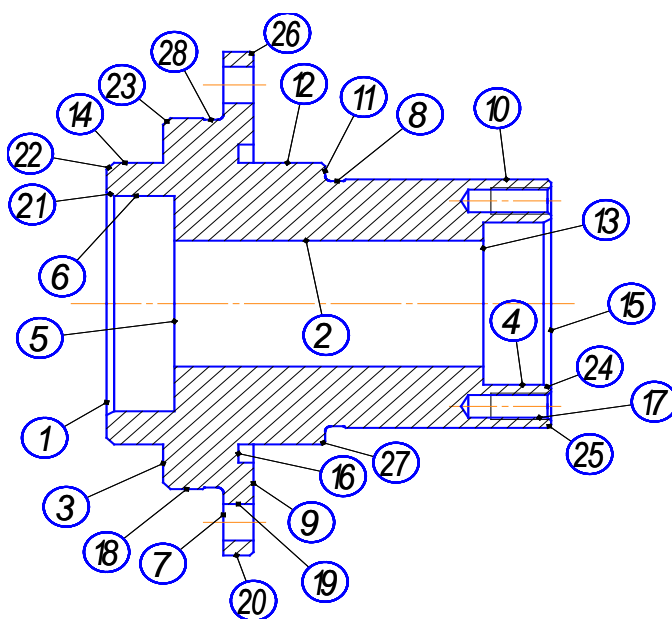


Рисунок 4 - Нумерация поверхностей

Определение дополнительных и общих припусков и номинальных размеров заготовки

В соответствии с [6] в зависимости от массы и класса точности поковки назначаются дополнительные припуски на поверхности заготовки, учитывающие смещение поверхности разъёма штампа и коробление заготовки. Общие припуски и конечные размеры заготовки представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Общий припуск и размер исходной заготовки, мм

Номер поверхности	Размер детали, мм	Припуск			Размер заготовки, мм
		Основной, мм	Дополнительный, мм	Общий, мм	
1-15	118	2,7	0,3	3,0	124
1-5	18	1,8	0,3	2,1	18,9*
1-3	15	1,5	0,3	1,8	16,2*
1-7	31	1,8	0,3	2,1	31,9*
9-15	79	2,5	0,3	2,8	79,2**
13-15	18	1,8	0,3	2,1	18,9**
2-2	38	1,5	0,4	1,9	∅34,2
6-6	68	1,9	0,4	2,3	∅63,4
4-4	50	1,7	0,4	2,1	∅45,8
10-10	75	2,5	0,4	2,9	∅80,8
12-12	85	1,7	0,4	2,1	∅89,2
14-14	85	1,7	0,4	2,1	∅89,2
18-18	112	2,3	0,4	2,7	∅117,4
20-20	152	1,9	0,4	2,5	∅157

Назначение допусков, предельных отклонений и определение размеров исходной заготовки

Для определения допусков на размеры исходной заготовки воспользуемся [6], при этом правила выбора допусков размеров соответствуют правилам назначения припусков. Результаты выбора допусков представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Назначение допусков, предельных отклонений и определение размеров исходной заготовки, мм

Расчётный размер, мм	Допуск, мм	Отклонение		Размер, мм
		Верхнее	Нижнее	
124	3,6	+2,4	-1,2	$124^{+2,4}_{-1,2}$
18,9*	2,5	+1,6	-0,9	$18,9^{+1,6}_{-0,9}$
16,2*	2,5	+1,6	-0,9	$16,2^{+1,6}_{-0,9}$
31,9*	2,5	+1,6	-0,9	$31,9^{+1,6}_{-0,9}$
79,2**	2,8	+1,8	-1,0	$79,2^{+1,8}_{-1,0}$
18,9**	2,5	+1,6	-0,9	$18,9^{+1,6}_{-0,9}$
Ø34,2	2,5	+1,6	-0,9	$\text{Ø}34,2^{+0,9}_{-1,6} 1$
Ø63,4	2,8	+1,8	-1,0	$\text{Ø}63,4^{+1,0}_{-1,8}$
Ø45,8	2,8	+1,8	-1,0	$\text{Ø}45,8^{+1,0}_{-1,8}$
Ø80,8	2,8	+1,8	-1,0	$\text{Ø}80,8^{+1,8}_{-1,0}$
Ø89,2	2,8	+1,8	-1,0	$\text{Ø}89,2^{+1,8}_{-1,0}$
Ø89,2	2,8	+1,8	-1,0	$\text{Ø}89,2^{+1,8}_{-1,0} *$
Ø117,4	3,2	+2,1	-1,1	$\text{Ø}117,4^{+2,1}_{-1,1}$
Ø157	3,2	+2,1	-1,1	$\text{Ø}157^{+2,1}_{-1,1}$

По результатам компьютерного моделирования заготовки в программе Компас-3D V16, учитывающего все конструктивные особенности (радиуса скруглений, глубину наметок), получаем более точное значение массы поковки $M_{\text{ПР}}=5,14\text{кг}$.

Расчетно-аналитический метод определения припусков на обработку (РАМОП), разработанный профессором В. М. Кованом, базируется на анализе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого переходов тех. процесса обработки поверхности.

Расчётные формулы для определения припуска берутся из [6, стр. 84-86].

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск) рассчитывается по формуле:

$$2 \cdot Z_{i\min} = 2 \cdot [(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}] \quad (9)$$

где Rz_{i-1} - высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

ρ_{i-1} - суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и отклонения формы поверхности (отклонения от плоскостности, прямолинейности) на предшествующем переходе.

ε_i - погрешность установки заготовки в приспособлении на выполняемом переходе.

Значение пространственного отклонения ρ определяется при помощи следующего выражения:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{эксц}^2}, \quad (10)$$

Где $\rho_{см}$ - смещение половин штампа (образуется в результате смещения верхней половины штампа относительно нижней, являющейся базой);

$\rho_{эксц}$ - эксцентриситет прошитого отверстия.

Значение погрешности установки на данном переходе ε будет определяться при помощи следующего выражения:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{б}^2 + \varepsilon_{закр}^2}, \quad (11)$$

Где $\varepsilon_{б}$ - погрешность базирования заготовки;

$\varepsilon_{закр}$ - погрешность закрепления заготовки, зависящая от вида установочного элемента приспособления и состояния базовой поверхности заготовки на данном установе.

По величине Z_{\min} определяется номинальное значение припуска:

$$2Z_{ном i} = 2Z_{\min i} + Td_{i-1}, \quad (12)$$

где Td_{i-1} - допуск на размер, полученный на предыдущем переходе, определяемый в соответствии с точностью этапа обработки поверхности.

Допуск поверхности, обрабатываемая с черновой базы на первом переходе вычисляется по следующей зависимости:

$$Td_1 = (Td_{заг} - Td_{обр}) / 2, \quad (13)$$

где $Td_{заг}$ - допуск размера на исходной заготовке;

$Td_{обр}$ - допуск, соответствующий точности первого этапа обработки.

Номинальное значение припуска на первом переходе определяется:

- для наружных поверхностей:

$$2Z_{ном i} = 2Z_{\min i} + EI_0 \quad (14)$$

- для внутренних поверхностей:

$$2Z_{ном i} = 2Z_{\min i} + ES_0, \quad (15)$$

где EI_0 и ES_0 - нижнее и верхнее предельные отклонения размера.

Расчетная формула для определения размеров

- для внутренних поверхностей:

$$D_i = D_{i+1} - 2 \cdot Z_{i+1}, \quad (16)$$

- для наружных поверхностей

$$D_i = D_{i+1} + 2 \cdot Z_{i+1} \quad (17)$$

где D_{i+1} - размер данной поверхности, получаемый на следующем переходе.

В данной работе согласно таблице выбранных этапов и методов обработки поверхностей расчёт припусков и межоперационных размеров целесообразно провести на цилиндрические поверхности, которые

обрабатываются более одного перехода. Это будет поверхность 18 ($\varnothing 112h7_{-0,035}$)

1) Рассчитаем операционные припуски для наружной поверхности 18 ($\varnothing 112h7_{-0,035}$, шероховатость пов-ти Ra1,6). Размер заготовки составляет $\varnothing 117,4^{+2,1}_{-1,1}$ мм.

Поверхность 18 получается за 2 перехода "точить предварительно", "точить окончательно", в пределах одной операции.

Согласно [6, с. 84-87] качество поверхности поковок, изготавливаемых штамповкой для массы поковки св.4 до 25 кг показатели R_z и h составляют 200 мкм и 250 мкм соответственно.

Согласно [6, с. 84-87] определим точность и качество поверхностей штампованных поковок после мех.обработки:

для перехода "точить предварительно" R_z и h составляют 63 мкм и 63 мкм соответственно (обеспечиваемый квалитет 12),

для перехода "точить окончательно" R_z и h составляют 16 мкм и 16 мкм соответственно (обеспечиваемый квалитет 10),

Для базирования заготовки на оправке с упругими втулками и гидропластом при l свыше $3d$ погрешность базирования ε_b составляет 10-20 мкм согласно [1]. Так как заготовка на данном установе обрабатывается больше одного раза, то первоначальная величина погрешности базирования уменьшается. Примем, что для второго и третьего перехода она настолько мала, что ей можно пренебречь.

Значение эксцентриситета или отклонение от соосности $\rho_{эксц}$ равно нулю.

Смещение половин штампа $\rho_{см}$ учтено при проектировании заготовки и уже заложено в припуск на данной размер.

Значение минимальных припусков по переходам будут равны

$$Z_{2\min} = 50 + 50 + |20| = 120 \text{ мкм} = 0,12 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$Z_{1\min} = 200 + 250 = 450_{\text{мкм}} = 0,45_{\text{мм}}$$

Значение номинальных припусков по переходам будут равны

$$2Z_{\text{ном}2} = 2 \cdot 0,12 + 0,35 = 0,59_{\text{мм}}$$

Номинальное значение припуска на первом переходе равно

$$2Z_{\text{ном}1} = 2 \cdot 0,45 + |-1,1| = 2,0_{\text{мм}}$$

Значение технологических размеров в соответствии с переходами

$$D_2 = 112 + 0,24 = 112,24_{\text{мм}}$$

$$D_1 = 112,24 + 0,59 = 112,83_{\text{мм}}$$

Сведём рассчитанные значения припусков и диаметров в таблицу 8 для поверхности 8.

Таблица 8 - Технологические параметры для поверхности $\varnothing 112h7_{-0,035}$

№	Наименование перехода	Rz , мкм	h , мкм	ρ , мкм	ε , мкм	Td, мм	Z_{\min} , мм	$2Z$, мм
0	Исходная заготовка	200	250	-	-	$\begin{smallmatrix} +2,1 \\ -1,1 \end{smallmatrix}$	-	-
1	Точить предварительно	63	63	-	20	0,35	0,45	2,0
2	Точить окончательно	16	16	-	-	0,14	0,12	0,59

Размерная схема обработки поверхности 18 представлена на рисунке 5. Все параметры на схеме кроме минимальных припусков представлены в радиусном выражении.

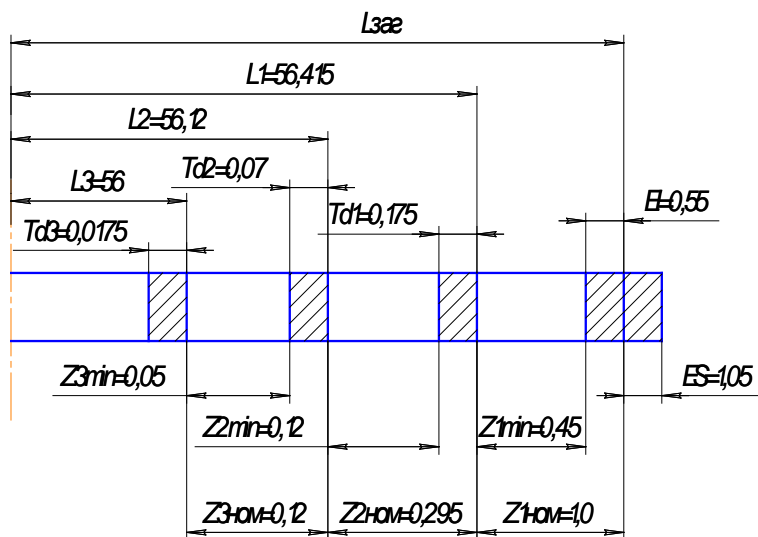


Рисунок 5 - Размерная схема обработки поверхности $\varnothing 112h7_{-0,035}$

3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТАКАН» НА ТОКАРНОМ ЦЕНТРЕ С ЧПУ СТХ ВЕТА 800

3.1. Выбор технологических баз

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления. Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят левый торец и поверхность $\phi 112h7$. К вспомогательным базам относят крепежные отверстия и отверстия $\phi 50JS7$ и $\phi 68JS7$.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первой операции, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будет торец «А» и поверхность «Б». Торец «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), а поверхность «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Схема чернового базирования показана на рисунке 6.

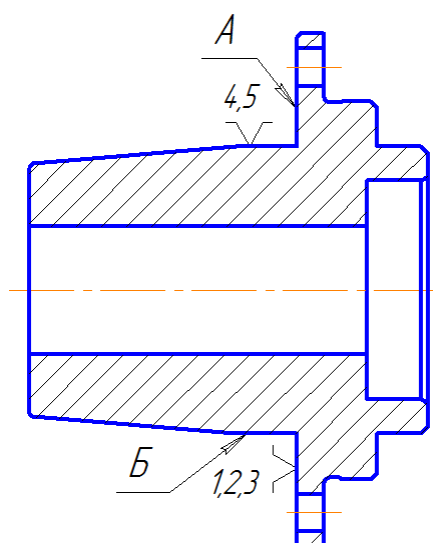


Рисунок 6 – Черновые базы технологического процесса (Установ А)

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами является торец «В» и поверхность «Г».

Торец «В» – лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), поверхность «Г» лишает деталь 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Чистовое базирование представлено на рисунке 7.

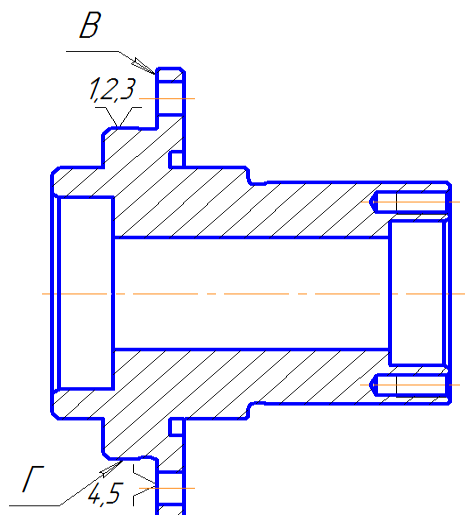


Рисунок 7 – Чистовые базы технологического процесса (Установ Б)

3.2. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 8 обозначим обрабатываемые поверхности и назначим на них методы обработки.

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3]:

- отверстие 1: сверление;
- поверхности 2, 4 и 11: точение однократное;
- поверхности 3 и 14: точение черновое и чистовое, шлифование;
- отверстия 5, 15 и 16: растачивание однократное;
- торцы 7, 8, 9, 12, 13: точение однократное;
- отверстия 17: сверление и нарезание резьбы;
- канавка 10: точение однократное.

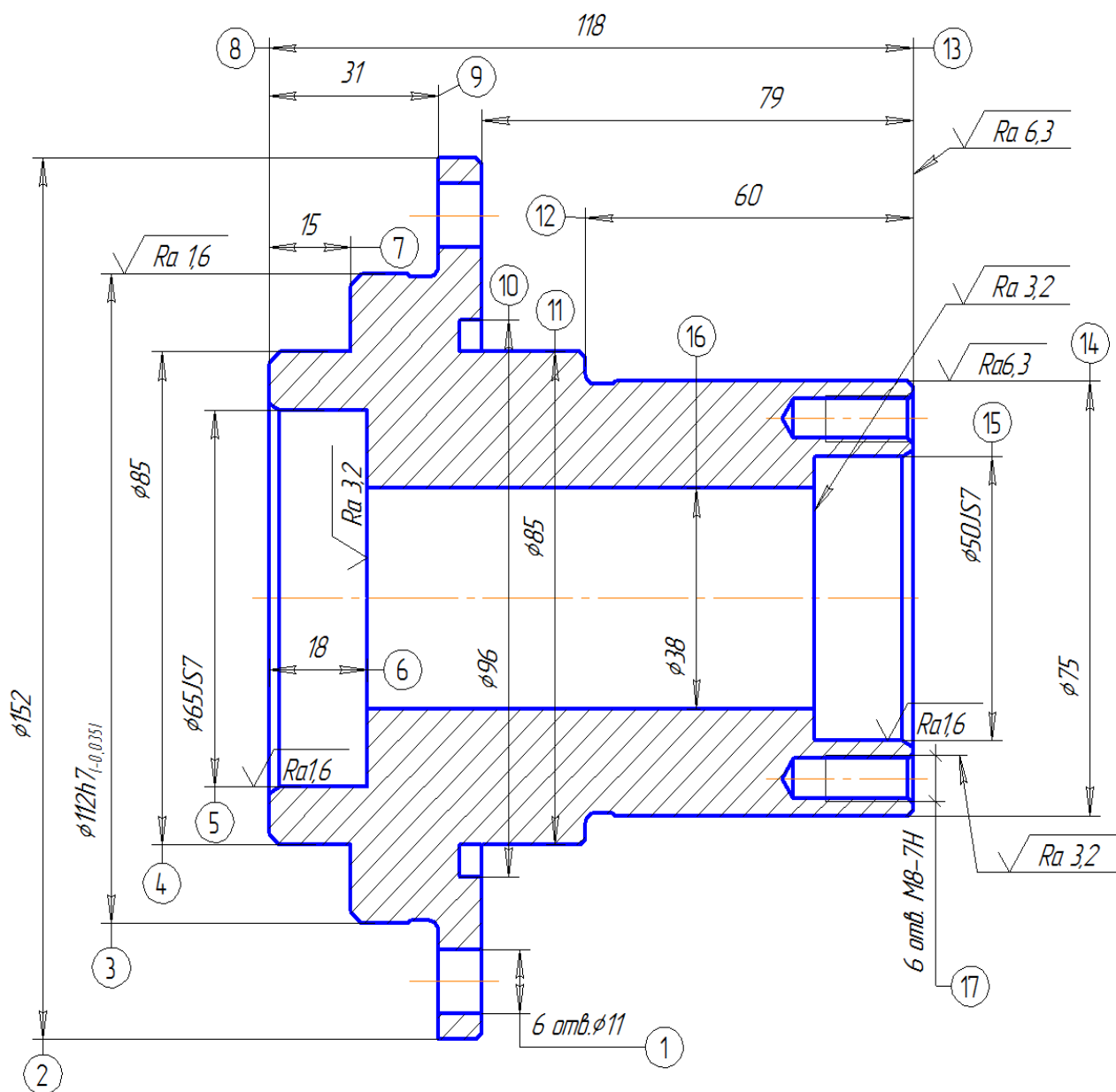


Рисунок 8 – Эскиз детали «Стакан»

3.3. Разработка технологического маршрута обработки детали

Основными задачами обработки резанием является изготовление с заданной производительностью деталей требуемого качества из выбранных конструкторами материалов при минимально возможных производственных затратах.

В зависимости от этих требований разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается оборудование и режущий инструмент.

Разработанный технологический процесс: маршрут обработки детали, выбор оборудования показано в таблице 9.

Таблица 9 – Проектный вариант обработки детали «Стакан»

№ опер	Содержание операции – Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	Оборудование
005	<u>Установ А (шпиндель).</u> Точить торец 8, поверхности 4, 7, 3, 9, 2 точить канавку, сверлить отверстие 16, расточить отверстие 5 и 16. Сверлить 6 отверстий 1.	Токарный центр СТХ ВЕТА 800
005	<u>Установ Б (противошпиндель).</u> Точить торец 13, точить поверхность 14, 12, 11, точить фаски. Точить канавку 10. Расточить отверстие 15. Сверлить и нарезать резьбу в отверстиях 17.	Токарный центр СТХ ВЕТА 800
010	Промывка	Машина моечная
015	Контроль	Стол контрольный

3.4. Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование; технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); приспособление, средства механизации и автоматизации технологических процессов [6, с. 77].

Выбор оборудования

Выбор типа станка сочетается с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качества обрабатываемых поверхностей.

При выборе станка особое внимание следует обратить на использование обрабатывающих центров с ЧПУ, являющихся одним из основных средств автоматизации механической обработки в машиностроении.

В дипломном проекте предлагается использовать токарный центр с ЧПУ модели CTX BETA 800 (Производитель: DMG MORI).

CTX BETA 800 — это компактный высокопроизводительный токарный станок с концепцией TWIN для комплексной обработки частей штоков, валов и патронов по 4 осям. На этом токарном станке можно точить детали среднего размера по 4 осям.

Современная общая концепция с системой жидкостного охлаждения для главного шпинделя и контршпинделя, дополнительные револьверные головки, включая ось Y и прецизионный интерфейс TRIFIX®, а также запатентованный ход в горизонтальной плоскости (опция) контршпинделя/задней бабки и удобное программное обеспечение Siemens 840D обеспечивают повышение производительности до 20 процентов по сравнению с предыдущими аналогичными станками. Занимает еще меньше места.

Описание токарного центра модели CTX BETA 800:

- интегрированный шпиндель-двигатель с системой водяного охлаждения на главном шпинделе и контршпинделе;

- 2 револьвера на 12 мест VDI 40 Direct Drive с максимальной частотой вращения: 10000 об/мин для быстрого съема металлов (опция);

- ось Y на обеих револьверных головках (верхняя ± 60 мм, нижняя ± 40 мм) (опция) для комплексной обработки частей штоков, валов и патронов;

- револьвер с прецизионным интерфейсом TRIFIX© для быстрой наладки, увеличения точности и стабильности инструмента;

- запатентованный ход в горизонтальной плоскости (опция) контршпинделя/задней бабки для гибкого использования рабочей зоны.

Пример: Обработка по 4 осям и опора на главный шпиндель или параллельная обработка на главном шпинделе и контршпинделе (опция).

- короткое время обработки с быстрым перемещением до 45 м/мин;

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

- простое и быстрое программирование благодаря Siemens ShopTurn 3G;

- высокая стабильность и постоянная точность, прочная конструкция, направляющие размера 45.

Технические характеристики токарного центра с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800 представлены в таблице 10 [20].

Таблица 10 - Характеристики токарного центра с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800

Диаметр обработки детали над суппортом	410 мм
Длина обработки	800 мм
Скорость вращения основного шпинделя	0 - 5000 об/мин
Скорость вращения противошпинделя	0 - 6000 об/мин
Мощность главного привода	25 кВт
Мощность противошпинделя	15 кВт
Мощность привода вращающегося инструмента	14 кВт
Скорость вращения приводного инструмента	0 - 4000 об/мин
Дискретность задания перемещения	1 мкм
Перемещение по оси X	300 мм
Перемещение по оси Y	±60 мм
Перемещение по оси Z	800 мм
Количество инструментов в revolverной головке	12
Наибольшее сечение державки резца, мм	25x25
Система ЧПУ	Siemens 840D
Масса станка	6100 кг
Габаритные размеры станка, LxVxH	3390 x 1890 x 1950 мм

На рисунках 9 и 10 показан токарный центр с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800 и компоновка станка [20].



Рисунок 9 – Токарный центр с ЧПУ модели СТХ БЕТА 800

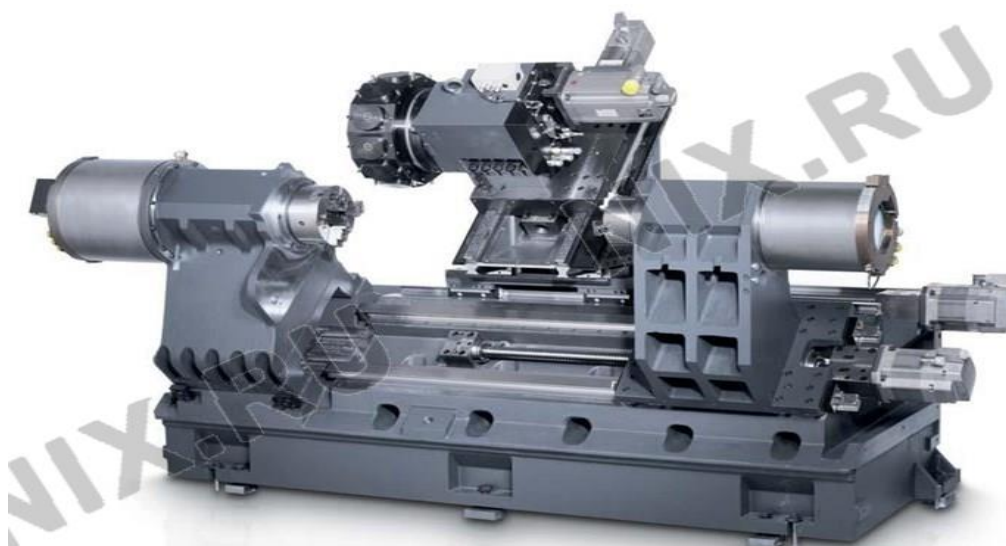


Рисунок 10 – Компоновка токарного центра модели СТХ БЕТА 800

3.5. Выбор режущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «Sandvik Coromant» [15, 16]. Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.532.ПЗ

Лист

34

изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «Sandvik Coromant».

При выборе инструмента и «начальных» режимов резания, первым делом, необходимо определить принадлежность обрабатываемого материала к одной из шести групп. Эта классификация материалов ведется в соответствии со стандартом ISO 513: представители (материалы) каждой группы вызывают в процессе их обработки качественно одинаковый тип нагрузки на режущую кромку, и, соответственно, подобный тип износа.

Сталь 40X относится к группе материалов – P2.2 [15, с. 1215].

Операция 005 Комплексная с ЧПУ

Установ А.

Переход 1. Точить торец 8, поверхности 4, 7, 3, 9, 2.

Державка для наружного точения PCLNL 2020K 12HP [15, с. 184], где обозначено: P – способ крепления СМП (прижим рычагом через отверстие), C – форма пластины (ромб 80°), L – главный угол в плане (95°), N – задний угол пластины (0°), L – направление резания (левое), 20 – высота державки (20мм), 20 – ширина державки (20мм), K – длина державки (125мм), 12 – размер пластины (12мм), HP – обозначение изготовителя [15, с. 1231] (рис. 11).

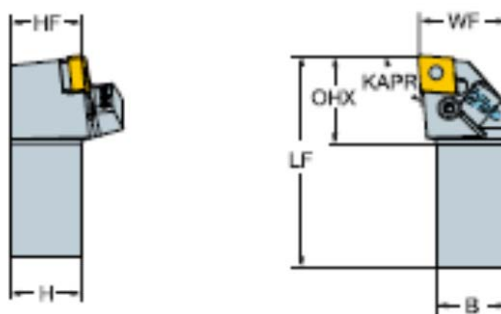


Рисунок 11 – Державка токарная

Размеры державки: H=B=20мм, HF=20мм, WF=25мм, LF=125мм [15, с. 184].

Пластина CNMG 120408 PMC GC4325 [15, с. 87],

где обозначено: С - форма пластины (ромб 80°), N - задний угол пластины (равен 0°), М – класс точности, G – исполнение СМП (специальная), 12 – номинальная длина режущей кромки, 04 – толщина (4,76мм), 08 – радиус при вершине, РМС – обозначение изготовителя, 4315 – материал пластины [15, с. 1221-1222]. На рисунке 12 покажем скриншот из каталога фирмы «Sandvik Coromant» по обозначению СМП.

Пластины для общего точения

Пластины, метрическое исполнение

C	N	M	G	12	04	08	-			-	PF
1	2	3	4	5	6	7		8	9		12

Пластины, дюймовое исполнение

C	N	M	G	4	3	2	-			-	PF
1	2	3	4	5	6	7		8	9		12

Пластины из сверхтвердых материалов, метрическое исполнение

C	N	M	G	12	04	08	-	T	010	20
1	2	3	4	5	6	7		8	10	11

Пластины из сверхтвердых материалов, дюймовое исполнение

C	N	G	A	4	3	2	-	T	03	20
1	2	3	4	5	6	7		8	10	11

1 Форма пластины		3 Допуски, мм		3 Допуски, дюймовое исполнение	
C	D	Класс S			
K	R	IC / W1			
S	T	G ±0.13		A: Диаметр вписанной окружности	
V	W	M ±0.13		T: Толщина пластины	
		U ±0.13		B: См. рисунки	
		E ±0.025		Допуски, дюйм	
		1) Зависит от размера IC. См. ниже.		Класс B:	
2 Задний угол		Диаметр вписанной окружности IC мм		A: ±.0002	
B	C	Класс точности M U		B: .0002	
E	N	12.0 ±0.05 ±0.08		C: .0005	
P	O Другое значение	12.7 ±0.08 ±0.13		D: .0005	
		15.875 ±0.10 ±0.18		E: .001	
		16.0 ±0.13 ±0.25		F: .0002	
		19.05 ±0.15 ±0.25		G: .001	
		20.0 ±0.15 ±0.25		H: .0005	
		25.0 ±0.15 ±0.25		J: .0002	
		25.4 ±0.15 ±0.25		K: .0005	
		31.75 ±0.15 ±0.25		L: .001	
		32.0 ±0.15 ±0.25		M: .002-.005	
		Для пластин с задними углами значение IC дано для плоскости, проходящей через режущую кромку.		U: .005-.012	
		Соответствует острой режущей кромке, тип F. (Пункт 8).		N: .002-.010	

Рисунок 12 – Скриншот из каталога фирмы «Sandvik Coromant» по обозначению СМП

Материал пластины GC4325 – сплав первого выбора для точения стали.

Твердый сплав с покрытием CDV для чистового и чернового точения стали,

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

стального литья. Этот сплав рекомендуется как для непрерывного так и для прерывистого резания. Сплав для широкого спектра областей применения. Отличные характеристики благодаря новой технологии покрытия Inveio [15, с. 633].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,25...3\text{мм}$, $f_n=0,15...0,40\text{мм/об}$ [15, с. 608], $V_c=255...180\text{м/мин}$ [15, с. 600].

Переход 2. Точить поверхности 3 и 9 окончательно, точить канавку и фаску.

Державка токарная для наружной обработки TR-D13JCL 1616K-S [15, с. 566] (рисунок 13).

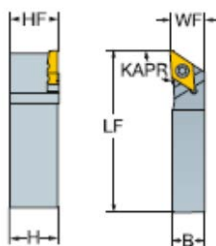


Рисунок 13 – Державка токарная

Размеры державки: $H=B=16\text{мм}$, $HF=16\text{мм}$, $WF=16\text{мм}$, $LF=125\text{мм}$ [15, с. 566].

Пластина TR-DC1308-F GC4325 [15, с. 559].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,15...3\text{мм}$, $f=0,10...0,40\text{мм/об}$ [15, с. 619], $V_c=255...180\text{м/мин}$ [15, с. 600].

Переход 3. Сверлить отверстие 16.

Сверло со сменными пластинами 880-D3600C5-04 [16, с. 582] (рис. 14).

Размеры сверла: $D_{CON}=50\text{мм}$, $LF=191,4\text{мм}$, $OAL=225\text{мм}$, $LB_1=148\text{мм}$, $D_C=36\text{мм}$ [16, с. 582].

Пластина центральная 880-07 04 06H-C-LM GC044 [16, с. 577].

Пластина периферийная 880-07 04 W10H-P-LM GC4325 [16, с. 578].

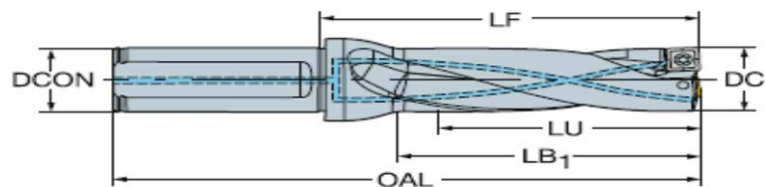


Рисунок 14 – Сверло со сменными пластинами

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,3...3\text{мм}$, $f=0,06...0,22\text{мм/об}$ [16, с. 718], $V_c=75...140\text{м/мин}$ [16, с. 717].

Переход 4. Расточить отв. 5 предварительно и отв. 16 окончательно.
Оправка расточная A32T-SCLCL 12 [15, с. 445] (рис. 15).

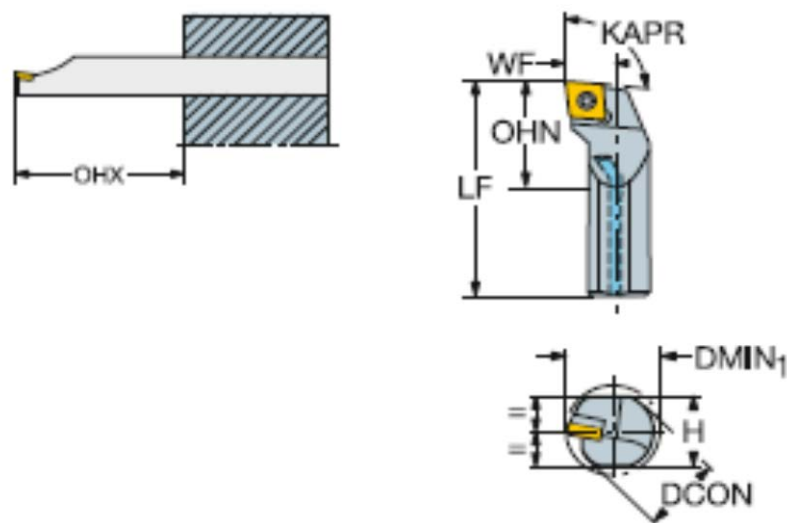


Рисунок 15 – Оправка расточная Coro Turn 107

Размеры резца: $DMIN_1=40\text{мм}$, $OHX=128\text{мм}$, $OHN=48\text{мм}$, $DCON=32\text{мм}$, $H=30\text{мм}$, $BD_1=32\text{мм}$, $LF=300\text{мм}$, $WF=22\text{мм}$ [15, с. 445].

Пластина CCMT 120408-UR GC4325 [15, с. 335].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=1...4\text{мм}$, $f=0,15...0,50\text{мм/об}$ [15, с. 615], $V_c=255...180\text{м/мин}$ [15, с. 600].

Переход 5. Расточить отв. 5 окончательно.

Оправка расточная A32T-SCLCL 12 [15, с. 445] (рис. 15).

Пластина CCMT 120404-PF GC4325 [15, с. 332].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,14...2,14\text{мм}$, $f=0,07...0,27\text{мм/об}$ [15, с. 615], $V_c=255...180\text{м/мин}$ [15, с. 600].

Переход 6. Сверлить последовательно 6 отверстий 1.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Сверло 860.1.1100-037A1-PM 4234 [16, с. 618] (рис. 16).

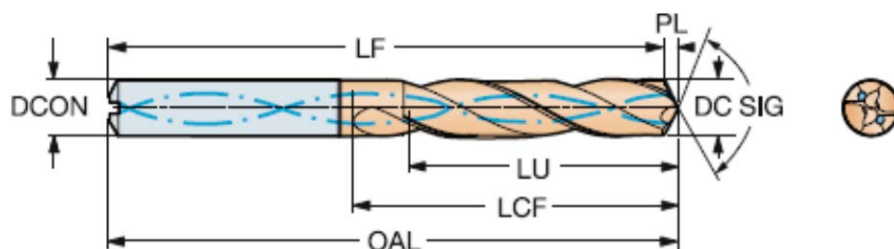


Рисунок 16 – Сверло цельное твердосплавное CoroDrill 860

Размеры сверла: LF=20мм, DCON=12мм, OAL=102мм LU=34,8мм, LCF=55мм, PL=1,79мм [16, с. 618].

Рекомендуемые режимы резания: $V_c=80\ldots140$ м/мин [16, с. 747], $f=0,21\ldots0,42$ мм/об [16, с. 748].

Установ Б.

Переход 1. Точить торец 13, точить поверхность 14, 12, 11, точить фаски.

Державка для наружного точения PCLNR 2020K 12HP [15, с. 184].

Пластина CNMG 120408 PMC GC4325 [15, с. 87].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,25\ldots3$ мм, $f_n=0,15\ldots0,40$ мм/об [15, с. 608], $V_c=255\ldots180$ м/мин [15, с. 600].

Переход 2. Точить канавку 10.

Державка LF151.37-2525-062B30 [15, с. 775] (рис. 17).

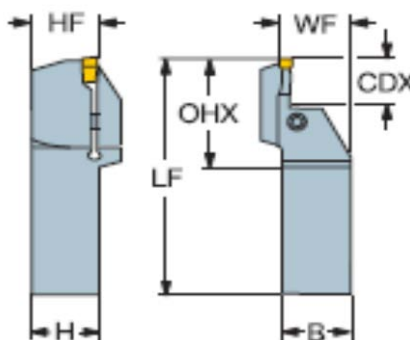


Рисунок 17 – Державка T-Мах Q-Cat

Размеры державки: $H \times B=25 \times 25$ мм, HF=25мм, WF=26мм, LF=150мм, OHX=44мм, CDX=20мм [15, с. 775].

Пластина N151.3-400-30-7G GC2135 [15, с. 773].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,10\text{мм/об}$ [15, с. 825], $V_c=120\dots85\text{м/мин}$ [15, с. 812].

Переход 3. Расточить отверстие 15 предварительно.

Оправка расточная A32T-SCLCR 12 [15, с. 445] (рис. 15).

Пластина CCMT 120408-UR GC4325 [15, с. 335].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=1\dots4\text{мм}$, $f=0,15\dots0,50\text{мм/об}$ [15, с. 615], $V_c=255\dots180\text{м/мин}$ [15, с. 600].

Переход 4. Расточить отверстие 15 окончательно.

Оправка расточная A32T-SCLCR 12 [15, с. 445] (рис. 15).

Пластина CCMT 120404-PF GC4325 [15, с. 332].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,14\dots2,14\text{мм}$, $f=0,07\dots0,27\text{мм/об}$ [15, с. 615], $V_c=255\dots180\text{м/мин}$ [15, с. 600].

Переход 5. Сверлить отверстия 17 под резьбу с обработкой фаски.

Сверло 860.2.0685-021A1-PM 4234 [16, с. 646] (рис. 18).

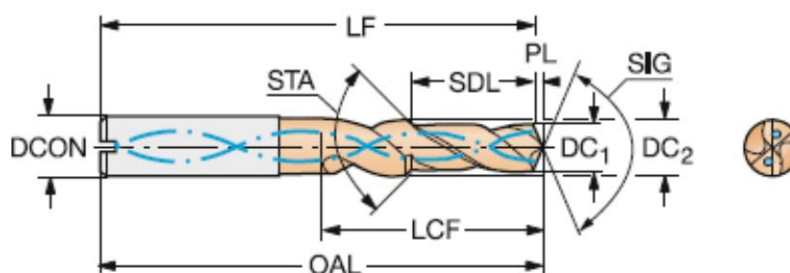


Рисунок 18 – Сверло цельное твердосплавное комбинированное
CoroDrill 860

Размеры сверла: $STA=90^\circ$, $DCON=10\text{мм}$, $OAL=89\text{мм}$ $LU=22,11\text{мм}$, $LCF=40,16\text{мм}$, $PL=1,11\text{мм}$ [16, с. 646].

Рекомендуемые режимы резания: $V_c=80\dots140\text{м/мин}$ [16, с. 747], $f=0,19\dots0,34\text{мм/об}$ [16, с. 748].

Переход 6. Нарезать резьбу в отверстиях 17.

Метчик E49M8 [16, с. 861] (рис. 19).

Размеры метчика: $LF=72\text{мм}$, $DCON=8\text{мм}$, $THL=16,3\text{мм}$ $LU=29\text{мм}$,

[16, с. 861].

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

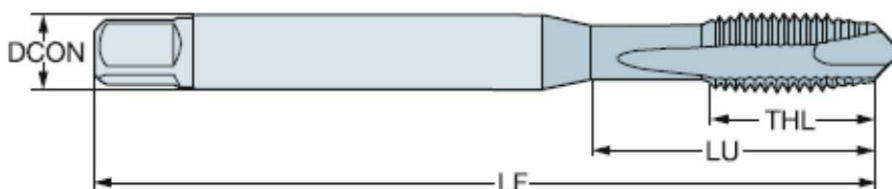


Рисунок 19 – Метчик CoroTap 200

Рекомендуемые режимы резания: $V_c=37\text{м/мин}$, $f=1,25\text{мм/об}$ [16, с. 1050].

Выбранные элементы режима резания занесем в таблицу 11.

Таблица 11 - Элементы режима резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005 Комплексная с ЧПУ					
Установ А					
Переход 1	3,0	0,35	262	749	200
Переход 2	0,25	0,20	125	623	220
Переход 3	18,0	0,18	159	885	100
Переход 4	2,0	0,30	503	1676	200
Переход 5	0,25	0,15	155	1030	220
Переход 6	5,5	0,22	637	2895	100
Установ Б					
Переход 1	2,1	0,35	297	849	200
Переход 2	5,5	0,10	31,5	315	95
Переход 3	1,6	0,30	386	1287	200
Переход 4	0,25	0,15	210	1401	220
Переход 5	3,4	0,22	927	4215	90
Переход 6	0,6	1,25	1841	1473	37

3.6. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [6, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (18)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время, мин.;

$T_{шт}$ – штучное время на операцию, мин.;

n - количество деталей в партии, n=20 шт.;

t_0 - основное время, мин.;

t_B - вспомогательное время, мин.;

$t_{об}$ - время на обслуживание рабочего места, мин.;

$t_{от}$ - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время определяется по формуле [6, с. 99]:

$$t_B = t_{yc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з}, \quad (19)$$

где t_{yc} - время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$ - время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{уп}$ - время на приемы управления, мин.;

$t_{изм}$ - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [9, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (20)$$

где $t_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин.;

$t_{орг}$ - время на организационное обслуживание, мин.

Основное время [6, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i, \quad (21)$$

где l - расчетная длина, мм.;

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина [6, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер}, \quad (22)$$

где l_0 - длина обработки поверхности, мм.;

$l_{вр}$ - величина врезания инструмента, мм.;

$l_{пер}$ - величина перебега, мм.

Определим $T_{ш-к}$ на операцию 005 Комплексная с ЧПУ.

Операция 005 Комплексная с ЧПУ.

Установ А.

Переход 1. Точить торец 8, поверхности 4, 7, 3, 9, 2.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 89 \text{ мм.}$$

Величина врезания и перебега [12, с. 95]: $l_{вр} + l_{пер} = 9,5 \text{ мм.}$

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 89 + 9,5 = 98,5 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{01} = \frac{98,5}{262} = 0,38 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить поверхности 3 и 9 окончательно, точить канавку и фаску.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 36,8 \text{ мм. } l_{вр} + l_{пер} = 7,5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 36,8 + 7,5 = 44,3 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{02} = \frac{44,3}{125} = 0,35 \text{ мин.}$$

Переход 3. Сверлить отверстие 16.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 125 \text{ мм. } l_{вр} + l_{пер} = 13 \text{ мм. } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 125 + 13 = 138 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{03} = \frac{138}{159} = 0,87 \text{ мин.}$$

Переход 4. Расточить отв. 5 предварительно и отв. 16 окончательно.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 113,5 \text{ мм. } l_{вр} + l_{пер} = 8,1 \text{ мм. } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 113,5 + 8,1 = 121,6 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.532. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{04} = \frac{121,6}{503} = 0,24 \text{ мин.}$$

Переход 5. Расточить отв. 5 окончательно.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 31,5 \text{ мм. } l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 6,5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 31,5 + 6,5 = 38 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{05} = \frac{38}{155} \cdot 1 = 0,25 \text{ мин.}$$

Переход 6. Сверлить последовательно 6 отверстий 1.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 12 \text{ мм. } l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 5,8 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 12 + 5,8 = 17,8 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{06} = \frac{17,8}{637} = 0,03 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на установе А:

$$t_{\text{общА}} = 0,38 + 0,35 + 0,87 + 0,24 + 0,25 + 0,03 = 2,12 \text{ мин.}$$

Установ Б.

Переход 1. Точить торец 13, точить поверхность 14, 12, 11, точить фаски.

$$l_0 = 118,3 \text{ мм. } l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 9,6 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 118,3 + 9,6 = 127,9 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{127,9}{297} = 0,63 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить канавку 10.

$$l_0 = 4 \text{ мм. } l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 3 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 4 + 3 = 7 \text{ мм.}$$

$$t_{02} = \frac{7}{31,5} = 0,22 \text{ мин.}$$

Переход 3. Расточить отверстие 15 предварительно.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\ell_0 = 23,2 \text{ мм. } l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 6,2 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 23,2 + 6,2 = 29,4 \text{ мм.}$$

Число проходов $i=1$.

$$t_{03} = \frac{29,4}{386} \cdot 1 = 0,08 \text{ мин.}$$

Переход 4. Расточить отверстие 15 окончательно.

Число проходов $i=1$.

$$\ell_0 = 23,2 \text{ мм. } l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 5,8 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 23,2 + 5,8 = 29 \text{ мм.}$$

$$t_{04} = \frac{29}{210} \cdot 1 = 0,14 \text{ мин.}$$

Переход 5. Сверлить отверстия 17 под резьбу с обработкой фаски.

Число проходов $i=6$.

$$\ell_0 = 22 \text{ мм. } l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 8,5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 22 + 8,5 = 30,5 \text{ мм.}$$

$$t_{05} = \frac{30,5}{927} \cdot 6 = 0,18 \text{ мин.}$$

Переход 6. Нарезать резьбу в отверстиях 17.

Число проходов $i=6$.

$$\ell_0 = 16 \text{ мм. } l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 25 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{нер}} = 16 + 25 = 41 \text{ мм.}$$

$$t_{06} = \frac{41}{1841} \cdot 6 = 0,13 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на установе Б:

$$t_{\text{общБ}} = 0,63 + 0,22 + 0,08 + 0,14 + 0,18 + 0,13 = 1,38 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на всей операции:

$$t_0 = 2,12 + 1,38 = 3,50 \text{ мин.}$$

Определим элементы вспомогательного времени [6, с. 98]:

$$t_{\text{ус}} = 1,12 \text{ мин.; } t_{\text{уп}} = 8,45 \text{ мин.; } t_{\text{изм}} = 18,13 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{в}} = 1,12 + 8,45 + 18,13 = 27,70 \text{ мин.}$$

Оперативное время [8, с. 101]:

$$t_{on} = t_O + t_B = 3,5 + 27,7 = 31,2 \text{ мин.}$$

Время технического обслуживания [12, с. 102]:

$$t_{tex} = \frac{6 \cdot t_{on}}{100} = \frac{6 \cdot 31,2}{100} = 1,87 \text{ мин.}$$

Время организационного обслуживания [8, с. 102]:

$$t_{org} = \frac{8 \cdot t_{on}}{100} = \frac{8 \cdot 31,2}{100} = 2,49 \text{ мин.}$$

Время на отдых [8, с. 102]:

$$t_{om} = \frac{2,5 \cdot t_{on}}{100} = \frac{2,5 \cdot 31,2}{100} = 0,78 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 31,20 + 1,87 + 2,49 + 0,78 = 36,34 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [8, с. 216-217]:

$$T_{п.з.} = 35 \text{ мин.}$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{35}{20} + 36,34 = 38,09 \text{ мин.}$$

3.7. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Стакан»

Проектируемый технологический процесс механической обработки детали «Стакан» предполагает использование токарного центра с ЧПУ модели CTX beta 800. Данный станок оснащен системой ЧПУ Siemens.

Системы ЧПУ Sinumerik выпускаются для широкого ряда станков с ЧПУ. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий аэрокосмической промышленности. Модель 840D обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых системах. Программное ядро системы

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЧПУ (VNCK) позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX CAM или на виртуальных станках.

NX CAM обеспечивает расширенные возможности программирования, соответствующие широким возможностям систем ЧПУ Sinumerik. Для того чтобы постпроцессор обеспечивал оптимизированный вывод для систем ЧПУ Sinumerik в таких областях, как высокоскоростное резание или 5-осевая обработка, NX CAM сочетает автоматически выбираемые и пользовательские параметры.

Программное ядро VNCK, поставляемое с NX CAM в качестве дополнения, обеспечивает управляемое системой ЧПУ симуляцию для выполнения полной проверки программ и обеспечения точной оценки времени обработки. NX предлагает различные шаблоны постпроцессора и проверенные постпроцессоры, подходящие для широкого ряда станков с системами ЧПУ Sinumerik.

Данная система ЧПУ имеет простое, ориентированное на пользователя управление, которое позволяет достаточно быстро составлять программы и обладает следующими возможностями:

- программирование возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM);
- фрезерные циклы: круговые карманы, прямоугольные карманы, изогнутые карманы, плоское фрезерование;
- циклы сверления: простое сверление, сверление с выдержкой по времени, сверление глубоких отверстий, нарезание резьбы метчиком;
- высверливание рисунков: ряды отверстий, отверстия по кругу /сегменту, свободное позиционирование отверстия, прямоугольник/параллелограмм.

Запись информации в УП осуществляется по определенным правилам, которые указывают, как записывать информацию в каждом кадре УП, а также правила записи слов внутри каждого кадра.

В дипломном проекте управляющую программу разработаем на 005 операцию «Комплексная с ЧПУ» установ Б. Операция состоит из шести переходов:

1. Точить торец 13, точить поверхность 14, 12, 11, точить фаски.
2. Точить канавку 10.
3. Расточить отверстие 15 предварительно.
4. Расточить отверстие 15 окончательно.
5. Сверлить отверстия 17 под резьбу с обработкой фаски.
6. Нарезать резьбу в отверстиях 17.

Для разработки управляющей программы необходимо:

- выбрать инструмент;
- выбрать режимы резания;
- спроектировать траекторию движения инструмента;
- определить координаты опорных точек.

Выбор режущего инструмента приведен в главе 3.5.

Режимы резания представлены в таблице 13.

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакатах 3 и 4.

Инструментам присвоим номера Т1...Т6.

Управляющая программа для операции 005 установ Б представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Управляющая программа для операции 005 (Установ Б)

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
T1 D1	Выбор резца
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z

Продолжение таблицы 12

1	2
G96 S200 Lims=1 100 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.

G0 X40 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE95 ("contur",2.8, , , , 0.35, , , ,2.5)	Цикл снятия припуска: 2.8 – максимально снимаемый припуск, 0.35 – рабочая подача, 2.5 – расстояние отвода инструмента
"contur"	подпрограмма
G90 G18 DIAMON	Абсолютные размеры, выбор рабочей плоскости X-Z, параметры размеров заданы диаметрально
G0 X40 Z2.5	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z0	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X73	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-1 X75	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-54.5	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X74 Z-55	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-58.4	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-60 RND=1.6	Движение к заданным координатам на рабочей подаче, закругление с радиусом 1.6
X83	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X85 Z-61	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-79	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X150	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X152.5 Z-80.25	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
M17	Конец подпрограммы

Продолжение таблицы 12

1	2
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

	оборотов
G0 X420 Z300	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T2 D1	Выбор канавочного резца.
G96 S95 Lims=150 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z,
G0 X85 Z-76	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 Z-83 F0.1 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
X86.5	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
G0 X-76	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X420 Z300	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T3 D1	Выбор расточного резца
G96 S200 Lims=500 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X49.5 Z2.5	перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 Z-17.7 F0.30 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
X35	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z2.5	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X420 Z300	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента

Продолжение таблицы 12

T4 D1	Выбор расточного резца
G96 S220 Lims=600 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X54.1 Z2.6	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 F0.15 M8	Включение рабочей подачи. Включение подачи СОЖ
X50 Z-2	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-18	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X35	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
G0 Z2.5	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X420 Z300	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T5 D1	Выбор сверла.
G197 S600 M4	Постоянная скорость вращения приводного инструмента, вращение по часовой стрелки
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
SPOSA=DC(0)	Прямое позиционирование главного шпинделя на 0°
G0 X62 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
WAITS	Ожидание достижения главным шпинделем своей позиции
G1 Z-23.8 F0.08 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 Z2,5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
SPOS=AC(60)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 60°
G1 Z-23.8 F0.08	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи

Продолжение таблицы 12

G0 Z2,5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с
---------	--

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

	указанными координатами
SPOS=AC(120)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 120°
G1 Z-23.8 F0.08	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G0 Z2,5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
SPOS=AC(180)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 180°
G1 Z-23.8 F0.08	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G0 Z2,5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
SPOS=AC(240)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 240°
G1 Z-23.8 F0.08	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G0 Z2,5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
SPOS=AC(300)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 300°
G1 Z-23.8 F0.08	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G0 Z2,5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов приводного инструмента
G0 X420 Z300	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента

Окончание таблицы 12

1	2
---	---

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

T6 D1	Выбор метчика.
G197 S100 M4	Постоянная скорость вращения приводного инструмента, вращение по часовой стрелки
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X62 Z2.5	Прямое позиционирование главного шпинделя на 0°
WAITS	Ожидание достижения главным шпинделем своей позиции
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE84 (5,0,2.5,-16.3, , , 4, 8, 60, 1473, 2500)	Цикл нарезания резьбы
SPOS=AC(60)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 60°
CYCLE84 (5,0,2.5,-16.3, , , 4, 8, 60, 1473, 2500)	Цикл нарезания резьбы
SPOS=AC(120)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 120°
CYCLE84 (5,0,2.5,-16.3, , , 4, 8, 60, 1473, 2500)	Цикл нарезания резьбы
SPOS=AC(180)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 180°
CYCLE84 (5,0,2.5,-16.3, , , 4, 8, 60, 1473, 2500)	Цикл нарезания резьбы
SPOS=AC(240)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 240°
CYCLE84 (5,0,2.5,-16.3, , , 4, 8, 60, 1473, 2500)	Цикл нарезания резьбы
SPOS=AC(300)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 300°
CYCLE84 (5,0,2.5,-16.3, , , 4, 8, 60, 1473, 2500)	Цикл нарезания резьбы
M9 M5 G14	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 360°
M30	Окончание программы

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Стакан» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 1750 штук в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование обрабатывающего центра (ОЦ) с ЧПУ, применение стандартных приспособлений.

При разработке проекта были учтены: тип производства – среднесерийное; свойства и особенности обрабатываемого материала, применен прогрессивный инструмент, разработана управляющая программа.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам – разрабатываемому варианту и по альтернативному варианту.

По проектируемому варианту применяем токарно-фрезерный ОЦ с ЧПУ модели CTX beta 800 и режущий инструмент фирмы «Sandvik». По альтернативному варианту применяем ОЦ модели MASTURN 550i и Emco Maxmill 500, инструмент фирмы «Korloy». Все оборудование имеется на предприятии и позволяют выполнить обработку детали «Стакан».

4.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [14]:

$$K = K_{об} + K_{про} \quad (23)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{про}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.; т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с

ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

Определяем количество технологического оборудования.

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [14]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (24)$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа производства деталей, по проектируемому варианту $N_{год}=1750$ шт.;

$F_{об}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

$k_{ВН}$ – коэффициент выполнения норм времени, $k_{ВН} = 1,02$;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства, $k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [14]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (25)$$

где F_n – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):
при трёхсменной работе (ОЦ с ЧПУ):

$$F_n = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (25), составляет:

$$F_{об} = 5910 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно раздела 3.6 по формуле (24). Данные по расчетам сводим в таблицу 13 по проектируемому варианту и таблицу 14 по альтернативному варианту.

$$C_{brta800} = \frac{0,635 \cdot 1750}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,24 \text{ шт.}$$

$$C_{550i} = \frac{0,951 \cdot 1750}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,36 \text{ шт.}$$

$$C_{emco500} = \frac{0,12 \cdot 1750}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,05 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (ш-к)}$) и (C_p), устанавливаем принятое число рабочих мест (C_n), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [14].

Таблица 13 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков C_p , шт	Принимаемое количество станков, C_n , шт	Кз.ф.
Beta800	0,635	0,24	1	0,24
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 0,635$	0,24	$\Sigma C_n = 1$	

Таблица 14 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по альтернативному варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p , шт	Принимаемое количество станков, C_n , шт	Кз.ф.
550i	0,951	0,36	1	0,36
Emco 500	0,120	0,05	1	0,05
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 1,071$	0,41	$\Sigma C_n = 2$	

Определений капитальных вложений в оборудование.

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 15 по проектируемому варианту и в таблице 16 по альтернативному варианту.

Таблица 15 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	Beta800	1	25	25	15631,1	-	-	-	15631,1
Итого		1		25					15631,1

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 24% составляют $0,24 \cdot 15631,1 = 3751,5$ т. руб.

Таблица 16 – Сводная ведомость оборудования по альтернативному варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	550i	1	17	17	9563,4	-	-	-	9563,4
ОЦ с ЧПУ	Emco 500	1	11	11	22311,1				22311,1
Итого		2	28	28	31874,5				31874,5

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станков на 36% и 5% составляют $0,36 \cdot 9563,4 + 0,05 \cdot 22311,1 = 4558,4$ т. руб.

4.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем

статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [14]:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (26)$$

где $Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, руб.;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (27)$$

где $Z_{\text{пр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, руб.;

$Z_{\text{н}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_{\text{к}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

$Z_{\text{тр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Численность станочников вычисляем по формуле [14]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}}}, \quad (28)$$

где $F_{\text{р}}$ – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1970 ч.;

$k_{\text{мн}}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание, $k_{\text{мн}}=1$;

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, по обоим вариантам

$N_{\text{год}} = 1750$ шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – отпуск очередной, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней).

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (28).

Результаты вычислений сводим в таблицу 17 по проектируемому варианту и в таблицу 18 по альтернативному варианту.

Таблица 17 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	119,2	0,635	75,7	0,66
Итого				75,7	0,66

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{\text{ЗП}} = 75,7 \cdot 1750 = 132475 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мн}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_{\text{р}} = 1,15.$$

$$З_{\text{ЗП}} = 132475 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 176721,7 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Таблица 18 – Затраты на заработную плату станочников по альтернативному варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	119,2	1,071	127,7	1,11
Итого				127,7	1,11

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{\text{зп}} = 127,7 \cdot 1750 = 223475 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мн}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_{\text{р}} = 1,15.$$

$$З_{\text{зп}} = 223475 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 298115,7 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_p}{N_{\text{год}}}, \quad (29)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 1750$ шт.;

K_p – районный коэффициент, $K_p = 1,2$;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$K_{\text{доп}} = 1,23;$$

$C_T^{\text{всп}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

$Ч_{\text{всп}}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, руб.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (28)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$g_n = 0,24 \text{ шт.};$$

n – число смен работы оборудования, n= 3;

H – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, H = 9 шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,24 \cdot 3}{9} = 0,08 \text{ чел.}$$

Аналогично определим численность электронщиков, при условии обслуживания электронщиком 6-ти станков:

$$Ч_{\text{элек}} = \frac{0,24 \cdot 3}{6} = 0,12 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,6 = 0,03 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,6 = 0,04 \text{ чел.}$$

По формуле (29) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{72,3 \cdot 1682 \cdot 0,08 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{1750} = 8,2 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{62,5 \cdot 1682 \cdot 0,03 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{1750} = 0,9 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{57,4 \cdot 1682 \cdot 0,04 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{1050} = 0,8 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 19 по проектируемому варианту и в таблице 20 по альтернативному варианту.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по обоим вариантам

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	72,3	0,08	8,2
Транспортный рабочий	62,5	0,03	0,9
Электронщик	90,2	0,12	15,4
Контролер	57,4	0,04	0,8
Итого		0,27	25,3

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 25,3 \cdot 1750 = 44275 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (27):

$$З_{\text{зп}} = 176721,7 + 44275 = 220996,7 \text{ руб.}$$

Таблица 20 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по обоим вариантам

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	72,3	0,14	14,4
Транспортный рабочий	62,5	0,04	0,9
Электронщик	90,2	0,21	26,9
Контролер	57,4	0,05	1,4
Итого		0,44	43,6

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 43,6 \cdot 1750 = 76300 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (27):

$$З_{\text{зп}} = 298115,7 + 76300 = 374415,7 \text{ руб.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Отчисления в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

Проектируемый вариант $220996,7 \cdot 0,3 = 66299,1$ руб.

Альтернативный вариант $374415,7 \cdot 0,3 = 112324,7$ руб.

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали-операции, рассчитываем по формуле [14]:

$$З_{\text{э}} = \frac{N_{\text{y}} \cdot k_{\text{N}} \cdot k_{\text{ep}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_{\text{w}} \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (29)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для

$$\text{крупносерийного производства } k_{вр} = 0,7;$$

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ при одном двигателе;

k_W – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_W = 1,04 \div 1,08$;

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$;

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\Pi_э = 3,54$ руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (29):

$$З_э(\text{Beta800}) = \frac{25 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,635}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 10,2 \text{ руб.};$$

$$З_э(550i) = \frac{17 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,951}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 10,4 \text{ руб.};$$

$$З_э(\text{Emco 500}) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,120}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 0,8 \text{ руб.}$$

Результаты расчета сводим в таблицу 21 по проектируемому варианту и в таблицу 22 по альтернативному варианту.

Таблица 21 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
Beta800	25	0,635	10,2
Итого			10,2

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию по альтернативному варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
550i	17	0,951	10,4
Emco 500	11	0,120	0,80
Итого			11,2

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 10,2 \cdot 1750 = 17850 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$$З_э = 11,2 \cdot 1750 = 19600 \text{ руб. (альтернативный вариант).}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [14]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (30)$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [14]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_z \cdot k_{вн}}, \quad (31)$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амН} = 10\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обНОВ} = 5910 \text{ ч.}$

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

k_{BH} – коэффициент выполнения норм, $k_{BH} = 1,02$.

Производим расчеты по вариантам по формуле (31):

$$C_{ам}(Beta800) = \frac{15631100 \cdot 0,10 \cdot 0,635}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 193,7 \text{ руб.}$$

$$C_{ам}(550i) = \frac{9563400 \cdot 0,10 \cdot 0,951}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 177,5 \text{ руб.}$$

$$C_{ам}(Emco 500) = \frac{22311100 \cdot 0,10 \cdot 0,12}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 52,3 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{рем}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

$Ц_{RE} = 907$ р. Вычисления производим по формуле [14]:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{RE} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}},$$

(32)

где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (32):

$$C_{рем}(Beta800) = \frac{907 \cdot 0,24}{0,635 \cdot 1750} = 0,20 \text{ руб.}$$

$$C_{рем}(550i) = \frac{907 \cdot 0,36}{0,951 \cdot 1750} = 0,20 \text{ руб.}$$

$$C_{рем}(Emco 500) = \frac{907 \cdot 0,05}{0,12 \cdot 1750} = 0,20 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 23 по проектируемому варианту, а в таблицу 24 по альтернативному варианту.

Таблица 23 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектируемому варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
Beta800	15631,1	1	10	0,635	193,7	0,20

Таблица 24 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по альтернативному варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
550i	9563,4	1	10	0,951	177,5	0,20
Emco 500	22311,1	1	10	0,120	52,3	0,20

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (30):

$$З_{\pi} = 193,7 + 0,2 = 193,9 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$$З_{\pi} = 229,8 + 0,4 = 230,2 \text{ руб. (альтернативный вариант).}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [14]:

$$З_{\text{эи}} = (\text{Ц}_{\text{пл}} \cdot n + (\text{Ц}_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot \text{Ц}_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1},$$

(33)

где $З_{\text{эи}}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$\text{Ц}_{\text{пл}}$ - цена сменной многогранной пластины, руб.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для

одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{\text{корп}}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$C_{\text{компл}}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

$k_{\text{компл}}$ - коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия.

Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины.

Значения показателя Q рекомендованные для условий полустаночной токарной обработки представлены в таблице;

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$;

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента.

Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

В таблицу 25 внесем параметры инструмента.

Таблица 25 – Параметры прогрессивного инструмента по проектируемому варианту

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарн. период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Державка PCLNL 2020K 12HP СМП CNMG 120408 PMC GC4325	1,01	24563 495	315	-	0,90	10,12
	Державка TR-D13JCL 1616K-S СМП TR-DC1308-F GC4325	0,57	23563 512	307	-	0,90	6,15
	Сверло 880-D3600C5-04 СМП 880-07 04 06H-C-LM GC044 СМП 880-07 04 W10H-P-LM GC4325	0,87	17256 653 483	231 320	-	0,90	9,14
	Оправка расточная A32T-SCLCL 12 СМП CCMT 120408-UR GC4325	0,24	25360 422	295	-	0,90	4,77
	Оправка расточная A32T-SCLCL 12 СМП CCMT 120404-PF GC4325	0,25	26531 620	345	-	0,90	5,56
	Сверло 860.1.1100-037A1-PM 4234	0,03	6521	201	-	0,90	1,33

	Сверло 860.2.0685- 021A1-PM 4234	0,15	7521	204	-	0,90	1,95
--	---	------	------	-----	---	------	------

Окончание таблицы 25

1	2	3	4	5	6	7	8
	Метчик E49M8	0,13	7256	165	-	0,90	1,55
	Державка LF151.37- 2525-062B30 СМП N151.3-400- 30-7G GC2135	0,22	26506 612	 301	-	0,90	6,61
Итого							35,5

Определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта.

Для альтернативного варианта будем использовать инструмент фирмы «Korloy». Стоимость инструмента фирмы «Sandvik» на 23,7% выше чем стоимость инструмента фирмы «Korloy» применяемого в альтернативном варианте. Так же время обработки альтернативного варианта по сравнению с проектируемым, на 40,7% выше. Учитывая все вышеперечисленные факторы, определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта:

$$Z_{\text{эл(альт)}} = 35,5 \cdot 0,763 \cdot 1,407 = 38,1 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимость выпуска одной детали сводим в таблицу 26.

Таблица 26 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Проектируемый вариант	Сумма, руб. Альтернативный вариант
Заработная плата с начислениями	164,2	278,1
Затраты на технологическую электроэнергию	10,2	11,2
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	139,3	230,2

Затраты на инструмент	35,5	38,1
Итого	349,2	557,6

Определение экономической выгоды от применения ОЦ модели СТХ Beta 800.

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{альт} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (33)$$

где $C_{б}$, $C_{пр}$ – технологическая себестоимость одной детали по альтернативному и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E}_{год. б.} = (557,6 - 349,2) \cdot 1750 = 364700 \text{ руб.}$$

Применение ОЦ модели СТХ Beta 800 экономически более целесообразно по сравнению с применением 2-х ОЦ моделей MASTURN 550i и Emco Maxmill 500.

Анализ уровня технологии производства.

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [14]:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (34)$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (34):

$$Y_{оп} (\text{СТХ Beta 800}) = \frac{0,635}{0,635} \cdot 100\% = 100\%.$$

Доля прогрессивного оборудования.

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (35)$$

где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}} = 1$ шт.;
 g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 1$ шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции [14]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{\text{вн}} \cdot 60}{t},$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{38,09} = 3179,4 \text{ шт/чел.год}$$

В таблице 27 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 27 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей по проектному варианту
Годовой выпуск деталей	шт.	1750
Количество видов оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	1
Сумма инвестиций	тыс. руб.	3751,5
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,635
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		349,2
- затраты на инструмент	руб.	35,5
- заработная плата рабочих		164,2
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	3179,4
Коэффициент загрузки оборудования		0,24

Лист

ДП 44.03.04.532.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

В результате разработки технологического процесса механической обработки детали «Стакан», определена технологическая себестоимость изготовления одной детали с применением ОЦ СТХ Beta 800, в сумме 349,2 руб., что на 37,4% ниже, чем в альтернативном варианте с применением 2-х ОЦ моделей MASTURN 550i и Emco Maxmill 500.

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Необходимость переподготовки персонала для обслуживания ОЦ с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800, вводимого в проектируемый технологический процесс

В базовом проекте механообработку детали «Стакан» производили рабочие по профессии:

- токарь универсал 4 разряда,
- оператор агрегатных станков 2 разряда.

Обработка производилась на универсальном оборудовании. В связи со сменой оборудования на ОЦ с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800 для обработки детали «Стакан» необходимы рабочие по профессии: «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ».

Переподготовка ведется на базе центра дополнительного профессионального образования публичного акционерного общества машиностроительный завод имени Калинина «ДПО ПАО МЗИК».

В рамках дипломной работы разработаем учебную программу для переподготовки токарей по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда и разработаем занятие теоретического обучения для данной переподготовки.

5.2. Анализ содержания программы подготовки рабочих по профессии «Оператор станков с ПУ»

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По согласованию с кадровой службой предприятия переподготовка по профессии «Оператор станков с ПУ» ведется на базе центра «ДПО ПАО МЗИК».

В ходе подготовки по профессии «Оператор станков с ПУ» предполагается, что оператор производит наладку станка и запускает его в работу.

Оператор станков с ПУ должен знать:

- устройство, принципиальные схемы оборудования и взаимодействие механизмов станков с программным управлением, правила их подналадки
- корректировку режимов резания по результатам работы станка
- основы электротехники, электроники, механики, гидравлики, автоматики в пределах выполняемой работы
- организацию работ при многостаночном обслуживании станков с программным управлением
- устройство и правила пользования контрольно-измерительными инструментами и приборами
- основные способы подготовки программы
- определение неисправности в станках и системе управления
- способы установки инструмента в инструментальные блоки
- способы установки приспособлений и их регулировки
- приемы, обеспечивающие заданную точность изготовления деталей
- квалитеты и параметры шероховатости
- правила чтения чертежей обрабатываемых деталей.

Срок обучения по профессии «Оператор станков с ПУ» составляет 4 месяца, а учебный график – 5 дней в неделю. Рабочие дни – от 4 часов до 12 часов в неделю. При этом на теоретическое обучения отводится 10 недель и 7 недель на производственное обучение после чего следуют квалификационные испытания.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Производственное обучение ведется на предприятии с использованием имеющегося на предприятии оборудования. При этом к обучаемым прикрепляется наставник из опытных работников предприятия.

Обучение программированию ведется непосредственно на базе учебного центра, который имеет учебные рабочие места – 6 мест для подготовки по профессии «оператор станков с ЧПУ»,

оснащенные учебными имитационными стойками Сименс с системой ЧПУ Синомерик 840Di (приведена на рисунке 20).



Рисунок 20 – Оборудование для обучения операторов программированию

5.3. Анализ требований профессионального стандарта к подготовке по профессии «Оператор станков с ПУ»

Согласно данному стандарту, основная цель вида профессиональной деятельности: Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей

Рассмотрим обобщенные трудовые функции, представленные в данном Профессиональном стандарте.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таблицах 28, 29 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 28 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
Ко д	Наименование	Уровень квалифи кации	Наименование	Уровень (подуровень) квалификации
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	3
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	3
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	3
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	3
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	3
			Инструктирование рабочих,	3

			занятых на обслуживаемом оборудовании	
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4

Таблица 29 – Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	А/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	3
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка				
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей				

Необходимые знания	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости
	Параметры и установки системы ЧПУ станка
	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков
	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ
	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования
	Устройство, правила проверки на точность одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ
	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
	Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов
	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента
	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности
	Правила пользования средствами индивидуальной защиты
	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ
	Виды брака и способы его предупреждения и устранения
Другие характеристики	Требования по рациональной организации труда на рабочем месте
	Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации
	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана переподготовки токарей по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

5.4. Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Исходя из учебного графика на теоретическое обучение отведено 188 часов, а на производственное обучение на базе предприятия – 7 недель от 16 до 40 часов в неделю – 456 часов и 8 часов на квалификационные испытания. Итого общее число учебных часов составляет 680 часов, что в целом соответствует затратам времени на подготовку по профессии

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

«Оператор станков с ПУ» по старым нормативам. Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» приведен в таблице 4.

Базовые профессии – токарь. Уровень квалификации оператора после переподготовки – 3 разряд.

Таблица 30 – Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Раздел, тема	Кол-во учебных часов			Форма контроля
	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение	
Теоретическое обучение (на базе «ДПО ПАО МЗИК»)	156	94	62	
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	18	6	12	Контрольные задания
Оснастка для станков с ЧПУ	12	6	6	Контрольные задания
Устройство станков с ЧПУ	18	12	6	Контрольные задания
Основы программного управления станками с ЧПУ	24	12	12	Контрольные задания
Проверка станков на точность	4	4	-	Тестирование
Теоретическое обучение (на базе предприятия)	240	16	224	
Устройство обрабатывающего центра с ЧПУ. Система координат.	16	2	14	Контрольные задания
Система управления обрабатывающим центром с ЧПУ	16	2	14	Контрольные задания
Установка заготовки и привязка ноля детали.	16	2	14	Контрольные задания
Установка и привязка инструмента	16	2	14	Контрольные задания
Токарная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	64	2	62	Контрольные задания
Фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	56	2	54	Контрольные задания

Токарно-фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	48	2	46	Контрольные задания
Особенности многоинструментальной обработки на станке с ЧПУ	8	2	6	Контрольные задания
Квалификационный экзамен	6	2	4	Экзамен
ИТОГО по курсу	402	110	286	

В рамках тематического плана переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда предусмотрена тема «Основы программного управления станками с ЧПУ». Проведем методический анализ данной темы.

5.5. Анализ содержания темы «Основы программного управления станками с ЧПУ» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса

Тема «Основы программного управления станками с ЧПУ» согласно учебно-тематическому плану изучается в течение 24 часов, причем 12 часов – теоретическое и 12 часов – практическое обучение.

Это составляет 6 занятий теоретического обучения и 6 занятий практического обучения. Рассмотрим содержание темы в распределение часов на теоретическое и практическое обучение (таблица 31).

Таблица 31 – Содержание темы «Основы программного управления станками с ЧПУ» и количество часов

Дидактические единицы содержания темы	Кол-во часов	
	Теоретическое обучение	Практическое обучение
Общие сведения о системах ЧПУ (Определения и терминология, цифровые коды в системах ЧП, код ISO-7bit, задачи, решаемые устройствами ЧПУ, классификация систем, обобщенная структурная схема системы CNC-типа и ее особенности).	2	2

Программирование токарной обработки в системе ЧПУ Sinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные циклы программирования токарной обработки в системе ЧПУ Sinumerik: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУ Sinumerik и работа с ним).	2	2
Программирование фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные циклы программирования фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУ Sinumerik и работа с ним).	2	2
Программирование токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные функции преобразования осей, изменения мастер-шпинделей при программировании токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУ Sinumerik и работа с ним).	2	2
ИТОГО	12	12
ВСЕГО	24	

Рассмотренная тема ориентирована на формирования умения разрабатывать и корректировать управляющие программы обработки деталей на однотипных обрабатывающих центрах с ЧПУ, входящего в анализируемую трудовую функцию. Далее разработаем перспективно-тематический план изучения данной темы.

Проектирование учебного процесса педагог осуществляет путем комбинации различных возможных сочетаний всех компонентов обучения, анализа этих комбинаций и дальнейшего выбора, с его точки зрения, наиболее оптимального варианта. Особенностью педагогического проектирования является то, что для осуществления одного и того же учебного процесса может быть предложено множество педагогических проектов, отвечающих различным индивидуальным (то есть своеобразным, присущим каждому педагогу) методическим системам.

На основе установленных целей обучения выбирают организационные формы и методы обучения. Так, например:

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

- при выборе организационных форм обучения. Общее знакомство с полным технологическим циклом производства можно проводить в форме экскурсии на предприятие. Умение проводить расчеты целесообразно формировать на уроках закрепления и совершенствования знаний и умений.

- при выборе методов обучения. Для обеспечения ознакомительного уровня достаточно остановиться на объяснительно-иллюстративном методе организации познавательной деятельности учащихся.

В тоже время, уровень умений достигается с помощью продуктивных методов организации познавательной деятельности. Кроме способа организации познавательной деятельности учащихся важно определить источник знаний и умений. Очевидно, что научить учащихся расчетам расхода материалов на изготовление единицы продукции можно только методом упражнений, так как объяснение и показ не позволят достигнуть уровня умений, ограничивая усвоение только уровнем репродукции полученных знаний. Определившись с организационной формой и методами обучения, преподаватель приступает к выбору средств обучения, с помощью которых предполагается реализовать выбранные методы. Несомненно, он должен хорошо знать учебно-материальную базу образовательного учреждения с тем, чтобы интенсивно использовать все имеющиеся средства обучения. Фрагмент перспективно-тематического плана приведен в таблице 32.

Таблица 32 - Фрагмент перспективно-тематического плана темы «Основы программного управления станками с ЧПУ»

№	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Тип занятия	Средства обучения
1 (2 часа)	Системы ЧПУ Sinumerik	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - основных типов систем ЧПУ, особенностей системы Sinumerik	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Лекция	Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь
ДП 44.03.04.532.ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					81

		<p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспитывать бережное отношение к оборудованию, <p>развивающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - развивать внимание, память, способность 			
		систематизировать факты			
2 (2 часа)	Схема системы ЧПУ Sinumerik	<p>дидактические:</p> <p>сформировать у обучающихся знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основных типов систем ЧПУ, особенностей кода ISO-7bit <p>- умения анализировать типовую схему системы ЧПУ Sinumerik</p> <p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспитывать бережное отношение к оборудованию, <p>развивающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - развивать волю при выполнении работы 	<p>рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания по составлению схемы системы ЧПУ Sinumerik</p>	Практическое занятие	<p>Проектор, ноутбук, Презентация, задания для занятия, открытая модель системы ЧПУ Sinumerik</p>
3 (2 часа)	Общие сведения о программном управлении	<p>дидактические:</p> <p>сформировать у обучающихся знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - кода ISO-7bit, способов создания УП в системе ЧПУ Sinumerik <p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспитывать бережное отношение к оборудованию, <p>развивающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - развивать наблюдательность и внимание 	<p>рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради</p>	Лекция	<p>Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь</p>

4 (2 часа)	Разработка УП простейшей детали	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - кода ISO-7bit, способов создания УП в системе ЧПУ Sinumerik - умения составлять УП в G-кодах вручную, без использования спец. циклов воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать волю при выполнении работы	рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания по составлению УП	Практическое занятие	Проектор, ноутбук, Презентация, чертежи деталей, таблица G- кодов и M- функций
------------------	--	--	--	-------------------------	---

--	--	--	--	--	--

5 (2 часа)	Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - управляющих окон системы ЧПУ Sinumerik, управляющих кнопок и режимов работы. воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать наблюдательность и внимание	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Лекция	Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь
------------------	--	--	---	--------	---

6 (2 часа)	Работа и окнами системы ЧПУ Sinumerik	дидактические: сформировать у обучаемых знания: управляющих окон системы ЧПУ Sinumerik, управляющих кнопок и режимов работы - умения работать	рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания работе с окнами в системе ЧПУ Sinumerik	Практическое занятие	Проектор, ноутбук, презентация, компьютер с системой ЧПУ Sinumerik
------------------	---	---	---	-------------------------	--

		с различными окнами системы. воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию,			
--	--	--	--	--	--

5.6. Разработка плана учебного занятия по теме «Системы ЧПУ Sinumerik»

Тема занятия «Системы ЧПУ Sinumerik»

Тип занятия – лекция (изучение новых знаний).

Цели учебного занятия:

Дидактические:

- сформировать знание основных типов систем ЧПУ;
- сформировать знания особенностей системы ЧПУ Sinumerik;
- сформировать знания элементной базы системы ЧПУ Sinumerik.

.Воспитательные:

- воспитывать бережное отношение к оборудованию.

Развивающие:

- развивать внимание, память, способность систематизировать факты

Методы обучения, используемые на учебном занятии:

Информационно-рецептивные методы: рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений.

Средства обучения, используемые на учебном занятии:

- компьютерная презентация
- рабочая тетрадь
- тест.

Главной особенностью восприятия информации является фактор необратимости ее потока. Каждый обучающийся может в любое время отвлечься от восприятия учебной информации, но проблема необратимости информационного потока неразрывно связана с проблемой обратной связи. В данном случае проблема обратной связи решается как входе беседы, так и в тестировании по окончании учебного занятия.

Общий план учебного занятия приведен в таблице 33.

Таблица 33 – План учебного занятия по теме «Системы ЧПУ Sinumerik»

Этапы занятия	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1. Организационный этап (5 минут);	Приветствие, проверка присутствующих, объявление темы и целей занятия	Записывают тему, участвуют в переключке
2. Мотивационный этап (5 минут);	Мотивация обучаемых, сообщение им о рейтинге и рейтинговой системе, сообщение о важности данной темы	Слушают преподавателя, сверяются с собственным рейтингом.
3. Актуализация опорных понятий (15 минут);	Беседа с обучаемыми по вопросам, задаваемым на основании содержания предыдущих занятий. Задаёт 10 вопросов, выслушивает ответы обучаемых, поправляет, комментирует.	Отвечают на вопросы преподавателя, слушают его комментарии, вспоминают материал предыдущего урока.
4. Изучение нового материала (50 минут);	Излагает новый материал, выдает рабочие тетради, использует презентацию для иллюстрации учебного материала, задает иногда вопросы в ходе рассказа.	Слушают преподавателя, ведут конспект урока, заполняют листы рабочей тетради по презентации и рассказу преподавателя
5. Заключительный этап (15 минут).	В краткой беседе и с помощью небольшого теста контролирует первичный уровень понимания учебного материала, разъясняет непонятные вопросы, выдает домашнее задание.	Задают вопросы преподавателю, слушают его ответы и делают поправки в конспектах. отвечают на вопросы, записывают домашнее задание.

Основываясь на разработанном плане учебного занятия, разработаем сценарий учебного занятия по данной теме, а также презентацию учебного материала к данному занятию, которая приведена в приложении на диске.

Предлагаемая форма наиболее полно удовлетворяет требованиям концепции активного обучения, по которой формированию знаний и умений предшествуют четыре этапа: уяснение целей и мотивов учения; первоначальное осознание общей ориентировки и дальнейшее наполнение ее конкретным содержанием деятельности; действия в материализованной (с моделями) или материальной (с изделиями) форме; действия в речевой форме.

Сценарий учебного занятия представим в виде таблицы (Таблица 34).

Таблица 34 – Сценарий учебного занятия по теме «Системы ЧПУ Sinumerik».

Этапы занятия	Деятельность преподавателя	Описание методики осуществления учебных действий
1. Организационный этап (5 минут);	«Здравствуйте, дорогие друзья; заняли свои места; прекратили разговоры; поприветствовали преподавателя; присаживайтесь. Сделаем переключку; в это время не разговаривать, чтобы я слышал ответы учащихся, уберите со столов лишнее, приготовьте тетради, ручки».	Взаимное приветствие педагога и учащихся, проверка отсутствующих, (воспитание дисциплины; строгий голос, но в то же время доброжелательный настрой педагога и учащихся). Дать учащимся почувствовать, что педагог намерен работать продуктивно, без раскочки и соблюдение дисциплины обязательное условие для всех.
2. Мотивационный этап (5 минут);	«Напоминаю, что у нас действует система, когда каждый учащийся может набирать баллы в течение урока и получить итоговую оценку. Старайтесь использовать любую возможность, чтобы опередить других».	Объяснить требования к работе на уроке (методика создания рабочего настроения, дисциплины, добросовестного отношения к учебе).
3. Актуализация опорных понятий (15 минут);	Сегодня мы займемся изучением системы ЧПУ Sinumerik, но сначала мы вспомним материал предыдущего урока: Вопрос 1 для чего используется программное управление? Ответ:	Перейти к актуализации опорных знаний. Проводить устный фронтальный опрос. Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в

	<p>Обеспечения точных перемещений по УП</p> <p>Вопрос 2. Как по марке определить группу и тип станка?</p> <p>Ответ. Первая цифра в марке – группа, вторая цифра – тип.</p> <p>Вопрос 3. Какие основные виды систем ЧПУ Вы можете назвать?</p> <p>Ответ. Системы ЧПУ CNS, DNC, PNC.</p> <p>Вопрос 4. Приведите примеры</p>	<p>работу. Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах.</p> <p>После каждого вопроса выходить в центр аудитории, ответы повторять и дополнять с помощью учащихся.</p> <p>Наблюдать и фиксировать кто и как отвечает на</p>
	<p>деталей типа тел вращения</p> <p>Ответ. Валы, втулки, колеса, катки, валики.</p> <p>Вопрос 5. Какие инструменты используют на станках с ЧПУ?</p> <p>Ответ. Токарные резцы, осевые инструменты для обработки отверстий, резьбонарезные инструменты. Иногда специальный инструмент – накатники, шариковые оправки.</p> <p>Молодцы. Я вижу, вы хорошо усвоили материал предыдущего занятия.</p>	<p>вопросы. Оценить самостоятельность, подсказывание, подглядывание, активность и пассивность.</p> <p>Вовремя опроса проходить в вдоль рядов, фиксируя чем занимаются учащиеся, при необходимости сделать замечания и спросить ответ на следующий вопрос.</p> <p>Отметить учащихся за хорошую работу, похвалить за выполнение домашнего задания, сделать замечания (методы поощрения и порицания).</p>
<p>4. Изучение нового материала (50 минут);</p>	<p>реподаватель начинает рассказ о станке и включает презентацию.</p> <p>Преподаватель говорит о важности данной темы и подчеркивает необходимость изучения ее.</p> <p>Рассказ о системе ЧПУ Sinumerik: SINUMERIK 840D — полностью цифровая система для практически всех типов применений. Это системная платформа с прогрессивными функциями.</p> <p>Совместно с цифровым преобразователем SIMODRIVE 611D и ПЛК SIMATIC S7-300 SINUMERIK 840D представляет полностью цифровую систему, которая подходит для сложных задач обработки и демонстрирует высокий уровень динамики и точности.</p> <p>Во всем мире SINUMERIK 840D применяется для токарной обработки, сверления, фрезерования, шлифования, лазерной обработки, порезки, перфорации, изготовления оснастки и</p>	<p>Слайд 1. Название темы урока.</p> <p>Учащиеся записывают тему в тетрадь.</p> <p>Слайд 2. Система ЧПУ Sinumerik.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 3. Классификация систем ЧПУ Sinumerik.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

	<p>инструмента, как система управления прессами, для высокоскоростного раскроя материалов, обработки древесины и стекла, транспортировки, складских задач.</p> <p>SINUMERIK 840D в модуле NCU (Numeric Control Unit — устройство числового управления) объединяет задачи ЧПУ, ПЛК и коммуникации.</p> <p>Установленный в каркас-носитель, NCU встраивается непосредственно в цифровую систему преобразования SIMODRIVE 611D, при этом он Лист располагается справа, непосредственно у модуля питания-рекуперации.</p> <p>Варианты процессоров NCU и системное программное обеспечение дает возможность оптимальной адаптации к станку и к задаче обработки. Такой модульный принцип позволяет оснастить целый ряд станков различного типа.</p> <p>При помощи SINUMERIK 840D можно управлять максимум 31 осями/шпинделями. При максимальном использовании поддерживается до 10 каналов на каждую группу режимов работы и максимум 12 осей/шпинделей на каждый канал. Каждый канал может иметь свою собственную группу режимов работы.</p> <p>SINUMERIK 840D позволяет просто и экономично обеспечить высокоэффективную защиту обслуживающего персонала и станков благодаря встроенным сертифицированным функциям защиты.</p> <p>Все NCU изначально имеют встроенное подключение 4 быстрых цифровых входов/выходов ЧПУ.</p> <p>Возможно объединение нескольких систем управления в одну.</p> <p>К SINUMERIK 840D можно подключить следующие компоненты:</p> <ul style="list-style-type: none"> панель оператора с PCU или модулем MMC и станочный пульт SIMATIC OP7/OP17 кнопочный пульт PP 031-MC ручной пульт управления BHG, тип B-MPI 	<p>Слайд 4. Структура системы ЧПУ Sinumerik.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 5. Система ЧПУ SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 6. Контроллеры системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 7. Контроллеры системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>
--	--	--

	<p>ручной терминал SINUMERIK NT 6 ручное программирующее устройство PHG, тип MPI</p> <p>ручной мини-пульт периферия SIMATIC S7-300 простой периферийный модуль EFP периферийный модуль PP 72/48 терминальный блок NCU с компактными модулями DMP 2 маховика, 2 измерительных щупа и по 4 быстрых входа/выхода ЧПУ посредством распределителя кабелей</p> <p>децентрализованная периферия ПЛК, подключенная через PROFIBUS- DP</p> <p>модуль оцифровки цифровой привод SIMODRIVE 611D</p> <p>программатор, например, FieldPG двигатели 1FK6, 1FT6, 1FN, 1PH, 1FE1 и 1LA.</p> <p>УЧПУ SINUMERIK 840D объединяет на одном модуле NCU задачи ЧПУ (геометрии-ческая и технологическая), PLC (управление электроавтоматикой станка, т.е. логическая задача) и коммуникации (диагностика и терминальная задачи).</p> <p>Высокопроизводительный многопроцессорный модуль NCU после установки в NCU-Box напрямую интегрируется в цифровую линейку приводов SIMODRIVE 611. Все NCU имеют подключение 4-х быстрых цифровых входов/выходов ЧПУ. Другие скоростные входы/выходы могут быть подключены через терминальные блоки NCU на приводной шине. В объем поставки всех NCU включен кабель приборной шины и конечный штекер приводной шины.</p> <p>Панель оператора SINUMERIK OP 010C с цветным дисплеем TFT 10,4" и размером графического экрана 640 x 480 пикселей (VGA) имеет оптимизированную для программирования программ обработки деталей пленочную клавиатуру с 62 клавишами и 8 + 4 горизонтальными и 8 вертикальными</p>	<p>Слайд 8. Структура аппаратных средств системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 9. Функции и возможности SINUMERIK 840D sl Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайды 10,11,12. Графический интерфейс управления SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь</p> <p>Слайд 13. Приводы SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>
--	--	--

программными клавишами.

Цифровые приводы. В системах ЧПУ SINUMERIK 810D, 840D используются приводы (D — digital), в которых сигнал от ЧПУ передается по специальной цифровой шине. В каждом модуле привода имеется процессор, который выполняет задачи по управлению приводом и разгружает центральный процессор ЧПУ для других целей. Основными достоинствами цифровых приводов являются:

- минимальное приводное время (время, через которое производится контроль положения) - 0,125 мс;
- высокая разрешающая способность — 4,2 млн. импульсов на один оборот двигателя;
- большой диапазон регулирования скорости (примерно в 50 раз больше по сравнению с аналоговыми приводами);
- высокие динамические характеристики.

Цифровое управление приводами позволяет повысить производительность станка и улучшить качество детали. Кроме того, улучшаются сервисные возможности:

- настройка привода через параметры, вводимые через ММС-процессор (без традиционных вольтметров и осциллографов, необходимых для настройки аналоговых приводов);
- автоматическая оптимизация приводов, позволяющая более точно и быстро адаптировать приводы к механике станка;
- представление информации о состоянии привода (температура, нагрузка и связь осей в системе координат станка MCS)

Эта опция необходима, чтобы соединения осей, которые реализуются в базовой системе координат, могли использоваться также для трансформаций. В системе координат станка связь выполняется 1:1.

Задействованные оси после сброса могут конфигурироваться заново.

Для станков с обрабатывающими головками, движущимися отдельно друг от друга, при которых должна

Слайд 14. Двигатели SINUMERIK 840D sl.

Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.

Слайд 15. Сенсорные модули SINUMERIK 840D sl.

Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.

Слайд 16. Пуско-наладка в системе SINUMERIK 840D sl.

Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.

	<p>активироваться одна трансформация, оси ориентирования не могут связываться стандартными способами соединения (COUPON, TRAILON).</p> <p>Задействованные в соединении оси определяются через осевой машинный параметр, который актуализируется клавишей RESET. Тем самым, существует возможность заново определять осевые пары во время режима работы и включать/ выключать через языковую команду ЧПУ.</p> <p>Чтобы защитить обрабатывающие головки от столкновения, можно установить защиту от столкновения и активировать ее, на выбор, через параметр станка или интерфейс VDI.</p> <p>SINUMERIK это надежная, комплексная система, предлагающая стандартизированные решения, надежно защищающие Ваши инвестиции. Непрерывный диалог с пользователем при программировании и управлении, а также высокая безопасность для персонала и оборудования имеет первостепенное значение. Интеллектуальные функции в программировании и управлении обеспечивают наивысшую компетенцию в технологии.</p>	<p>Слайд 17. Пуско-наладка в системе SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>
5. Заключительный этап (15 минут).	<p>Есть ли вопросы ко мне. Давайте я отвечу на ваши вопросы.</p> <p>Выдача кратких тестов для проверки уровня первичного усвоения материала.</p> <p>Пятиминутная проверка усвоения материала.</p> <p>Выдача домашнего задания. Повторить по рабочей тетради и учебнику соответствующую главу.</p>	<p>Осведомляется о наличии вопросов и отвечает на вопросы учащихся с привлечением слайдов презентации.</p> <p>Учащиеся работают с краткими тестами.</p>

5.7. Разработка методического обеспечения

Также разработаем учебную презентацию, которая используется как средство интерактивной технологии обучения операторов обрабатывающих центров с ЧПУ.

Мультимедийные презентации используются для того, чтобы выступающий смог на большом экране или мониторе наглядно

продемонстрировать дополнительные материалы к своему сообщению: видеозапись химических и физических опытов, снимки полевых изысканий, чертежи зданий и сооружений, календарные графики замеров температуры и др. Эти материалы могут также быть подкреплены соответствующими звукозаписями.

Учебная компьютерная презентация – программное средство, которое приоритетно используется для сопровождения объяснения нового материала, педагогически целесообразно представляет содержание учебного материала в наглядном виде и обеспечивает реализацию методической системы учителя.

Учебная компьютерная презентация является эффективным средством повышения качества обучения в школе за счет своего дидактического потенциала, заключающегося в следующих возможностях:

- образное оснащение сложных и абстрактных понятий на основе мультимедийности;
- интерактивность обучения, обеспечивающая управление учебным процессом и создающая условия для осуществления различных видов учебной деятельности при объяснении нового материала за счет динамики предъявления информационных объектов на слайдах и навигации;
- мобильность и упрощение организации переходов от одного вида наглядности к другому при объяснении нового материала посредством интеграции в презентации различных видов информации;
- централизация управления процессом обучения;
- оперативность обновления и изменения содержания обучения в соответствии с быстрыми темпами развития науки, представленной в школьном курсе.

Рекомендации по созданию презентации. общие требования к презентации: презентация не должна быть меньше 10 слайдов.

Первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название проекта; название выпускающей организации;

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

фамилия, имя, отчество автора; учреждение, где работает автор проекта и его должность.

Следующим слайдом должно быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) урока-презентации. Желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание.

Дизайн-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет текста.

В презентации необходимы импортированные объекты из существующих цифровых образовательных ресурсов. К данному ресурсу имеются учебно-методические рекомендации для педагогов. Вновь же пришедшие ЦОРы, в основном, сложны в управлении, требуют от преподавателя дополнительных серьёзных знаний в области информатики и ИКТ);

Последними слайдами урока-презентации должны быть глоссарий и список литературы.

Чтобы презентация хорошо воспринималась слушателями и не вызывала отрицательных эмоций (подсознательных или вполне осознанных), необходимо соблюдать правила ее оформления.

Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, музыкальных и звуковых эффектов, анимации и видеофрагментов. Поэтому необходимо учитывать специфику комбинирования фрагментов информации различных типов. Кроме того, оформление и демонстрация каждого из перечисленных типов информации также подчиняется определенным правилам. Так, например, для текстовой информации важен выбор шрифта, для графической — яркость и насыщенность цвета, для наилучшего их совместного восприятия необходимо оптимальное взаиморасположение на слайде. После создания презентации и ее оформления, необходимо отрепетировать ее показ и свое выступление, проверить, как будет выглядеть презентация в целом (на экране

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

компьютера или проекционном экране), насколько скоро и адекватно она воспринимается из разных мест аудитории, при разном освещении, шумовом сопровождении, в обстановке, максимально приближенной к реальным условиям выступления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе разработки технологического процесса механической обработки детали «Стакан» были полностью решены задачи поставленные во введении: проанализировать исходные данные применения современного оборудования с числовым программным управлением, применения современного металлорежущего инструмента зарубежных фирм, поэтому в методической части проведен анализ Профессионального стандарта № 530н «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и проведено педагогическое проектирование учебного процесса по теме «Основы программного управления станками с ЧПУ». В выпускной квалификационной работе разработан перспективно-тематический план, выделено учебное занятие по теме «Система ЧПУ Sinumerik», разработан план учебного занятия и презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия, как основное средство реализации интерактивной образовательной технологии.

Таким образом в методической части решены все задания педагогического проектирования, предусмотренные во введении.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Каблов Е.Н. Шестой технологический уклад. [Текст] //Наука и жизнь, 2010. № 4.
6. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.
7. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.

8. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.

9. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

10. Паршин М.А., Круглов Д.А. Переход России к шестому технологическому укладу: возможности и риски. [Электронный ресурс]. //Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5. (Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059>).

11. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием [Текст]: Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 2004. – 526 с.

12. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

13. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.

14. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.

15. Электронный каталог «Sandvik Coromant», Токарные инструменты, 2015 г.

16. Электронный каталог «Sandvik Coromant», Вращающийся инструмент, 2015 г.

17. Электронный каталог «Dormer», Метчики, 2016 г.

18. Электронное руководство по эксплуатации Siemens для системы многоцелевого станка.

					ДП 44.03.04.532.ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

19. <http://www.splav.kharkov.com>
20. <http://www.itmstanki.com/index.pl?act=PRODUCT&id=199>
21. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>
22. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>.
23. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Лист задания по дипломному проектированию

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень листов графических документов

1. Чертеж детали;
2. Чертеж заготовки;
3. Операционные эскизы (2 листа);
4. Плакат. Управляющая программа (Фрагмент);
5. Электронная презентация.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Комплект технологической документации